

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 10 2012 018142-8 A2

(22) Data de Depósito: 20/07/2012
(43) Data da Publicação: 02/12/2014
(RPI 2291)



(51) Int.Cl.:
B66C 23/70
B66C 23/80

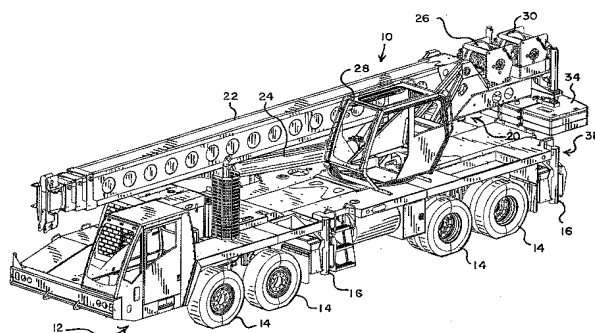
(54) **Título:** VIGA DE PAINEL SOLDADO SOB MEDIDA PARA MÁQUINA DE CONSTRUÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 21/09/2011 US 13/239,006, 21/07/2011 US 61/510,342, 21/07/2011 US 61/510,342, 21/09/2011 US 13/239,006

(73) **Titular(es):** Manitowoc Crane Companies, LLC

(72) **Inventor(es):** Arumugam Manuswamy, Ashok K. Bonde, Donald C. Hade Jr., Uday Sankar Meka

(57) **Resumo:** VIGA DE PAINEL SOLDADO SOB MEDIDA PARA MÁQUINA DE CONSTRUÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO. A presente invenção refere-se a uma viga para uso em equipamento de construção que é um projeto modular feito de painéis soldados sob medida. O projeto inclui um painel superior, um painel inferior e dois painéis laterais conectados juntos formando um corpo, com dois cantos superiores e dois cantos inferiores. Pelo menos um dos painéis é feito de pelo menos duas peças de material, como aço, soldadas juntas, com a solda estendida ao longo do comprimento da viga. A solda entre as peças de aço pode ser paralela ao eixo geométrico longitudinal da viga, ou as peças podem ser afuniladas e desse modo a solda estará em um ângulo que diverge de uma linha paralela ao eixo geométrico longitudinal da viga. As duas peças de material têm uma resistência compressiva diferente por unidade de comprimento em uma direção transversal ao eixo geométrico longitudinal da viga. Em algumas modalidades o painel superior é soldado aos dois painéis laterais para formar os dois cantos superiores da viga; e o painel inferior é soldado aos dois painéis laterais para formar os dois cantos inferiores da viga. Uma seção da lança para uso na produção de uma lança telescópica para um guindaste inclui pelo menos um membro do primeiro painel e um membro do segundo painel, pelo menos o membro do segundo painel tem pelo menos duas peças de aço soldadas juntas, com a solda estendida no comprimento da seção da lança. As duas peças de aço têm uma resistência diferente por unidade de comprimento transversal ao eixo geométrico. Os dois membros do painel são soldados juntos ao longo de uma junta que se estende em paralelo ao eixo geométrico longitudinal da seção para formar a seção da lança.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"VIGA DE PAINEL SOLDADO SOB MEDIDA PARA MÁQUINA DE CONSTRUÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO"**.

ANTECEDENTES

5 A presente invenção refere-se a um equipamento de construção, especialmente guindastes, e ao uso de painéis soldados sob medida para formar vigas utilizadas no equipamento de construção. Em uma modalidade, painéis soldados sob medida são utilizados para produzir uma seção da lança para uma lança telescópica em um guindaste elevatório móvel.

10 As vigas no equipamento de construção são projetadas para suportar cargas. O peso da viga é em geral um ponto significativo de ponderação no que diz respeito a outros elementos de uso e projeto do equipamento de construção no qual a viga é utilizada. Por exemplo, os pesos das seções de uma lança telescópica são um fator preponderante durante o projeto do

15 restante do guindaste. A rigidez estrutural de uma lança telescópica deve principalmente resistir às cargas de arqueamento e deformação. A rigidez é tipicamente maximizada com uma seção transversal da lança que tenha um peso mínimo para aumentar a capacidade máxima de içamento de um guindaste ao qual a lança está anexada. Se o peso da seção da lança puder ser

20 reduzido, a capacidade de içamento do guindaste normalmente pode ser aumentada sem ter que aumentar o Peso Bruto do Veículo (GVW), a resistência do transportador e capacidade do eixo. Portanto, inúmeras tentativas foram praticadas no sentido de reduzir o peso das seções da lança telescópica e ao mesmo tempo manter a carga que a lança possa manejar. Muitos

25 desses esforços envolveram o uso de aço de alta resistência ou outro material para produzir a viga de modo que essa tivesse uma elevada razão resistência/peso.

 Na maior parte das vigas utilizadas no equipamento de construção, as cargas sobre a viga não são uniformes em todas as suas partes. Por

30 exemplo, uma viga utilizada em uma lança telescópica em geral é operada em um ângulo, o que produz momentos de arqueamento nas seções da viga. Em consequência disso, as porções superiores das vigas permanecem

em tensão, e as porções inferiores das vigas permanecem em compressão. Devido ao modo como as diferentes porções das vigas no equipamento de construção são carregadas, os esforços para reduzir o peso também visaram formar uma viga que fosse mais espessa nas áreas onde as cargas são mais altas, e o material mais delgado fosse utilizado nas áreas onde as cargas são mais baixas, além de adicionar mais material nos pontos que estejam em uma distância maior do eixo geométrico da viga para aumentar sua resistência à deformação quando em compressão. Por exemplo, nas Patentes N^os U.S. 3.620.579 e 4.016.688, é produzido um guindaste com seções de lança em forma de caixa que se encaixam que têm cantos de aço mais espessos que o material de placa mais delgada entre elas para maximizar a resistência e minimizar o peso. As seções da lança na patente '579 têm um membro de canto alongado em cada um de seus cantos, cada membro de canto tem em geral porções dispostas normalmente, cada porção tendo um degrau linear voltado para dentro e alongado ao longo de sua extremidade externa formando um receptáculo linear alongado. As seções da lança também têm placas alongadas com bordas estendidas geralmente em paralelo aos e adjacentes aos membros do canto, com bordas localizadas nos receptáculos nas porções para que se sobreponham aos degraus. A patente '688 descreve um método de produção das seções da lança telescópica através da soldagem conjunta dos membros de aço da placa e aço do ângulo para formar uma seção de lança retangular. As várias seções da lança se encaixam uma dentro da outra.

Outro ponto a ser considerado durante o projeto de uma viga é seu custo. O custo é função do material utilizado para sua produção, e dos estágios utilizados para formar o material que resulta na viga. O uso de materiais compósitos pode resultar em razões mais altas de resistência/peso, mas pode representar custos mais altos de material. As vigas formadas para as seções da lança telescópica que têm seções curvas produzidas pelo arqueamento do metal múltiplas vezes proporcionam resistência mais alta do que simples lâminas planas, mas incorrem em custos de arqueamento, que são elevados em virtude do comprimento expressivo das seções da lança e,

portanto, é necessário um equipamento especializado controlado por computador com mão de obra especializada para execução da operação de múltiplos arqueamentos.

Além dos custos de fabricação, os custos operacionais também
5 devem ser considerados. Pode ser economicamente vantajoso investir um capital elevado para fabricar uma lança mais leve, primeiramente porque o guindaste terá custos operacionais mais baixos em sua vida útil que supera um custo inicial mais alto. Fazer um equilíbrio entre as considerações acerca dos custos operacionais e de fabricação, peso e resistência é difícil. Ainda,
10 em algumas faixas de capacidade, custos iniciais mais altos da viga podem ser apropriados, enquanto em outras faixas de capacidade, um custo mais baixo de construção da lança será conveniente e mais econômico durante a vida útil do guindaste.

Por isso, há necessidade de um projeto de viga que apresente
15 alta resistência, baixo peso e baixo custo. Além disso, há necessidade de um projeto de viga flexível que permita alterações com o intuito de aumentar a resistência das vigas que serão utilizadas em aplicações onde seja requerida uma resistência mais alta, mantendo ainda o baixo custo da viga fabricada.

20 BREVE SUMÁRIO

Com a presente invenção é possível construir uma viga com resistência mais alta e peso e custo mais baixos que muitas vigas da técnica anterior. Ainda, utilizando os conceitos da presente invenção, um projetista de viga dispõe de grande flexibilidade para efetuar alterações em um dado
25 projeto de maneira relativamente rápida e simples para obter vigas de projetos similares, mas com resistência mais alta e custos mais baixos quando necessário. As vigas podem ser utilizadas nas seções telescópicas de uma lança telescópica, nos estabilizadores em um guindaste, em partes do chassi, e outras aplicações.

30 Foi inventada uma viga retangular que tem seções transversais mais espessas nos cantos do retângulo do que na parte central das paredes. No entanto, invés de soldar juntas quatro peças angulares e as quatro peças

laterais, a viga é um projeto modular feito de "Painéis soldados sob medida" (TWP). Em uma modalidade preferencial, cada um dos quatro painéis que constituem as quatro paredes laterais de um segmento de lança retangular é feito de três peças de aço; uma seção central delgada e dois membros marginais mais espessos. Todos são soldados juntos longitudinalmente para produzir uma parede de estrutura de caixa retangular. Os quatro lados são então soldados juntos para produzir a caixa.

Em um primeiro aspecto, a invenção é uma viga para uso em uma peça de equipamento de construção, a viga tendo um eixo geométrico longitudinal e que compreende um painel superior, um painel inferior e dois painéis laterais conectados juntos formando um corpo, com dois cantos superiores e dois cantos inferiores; pelo menos um dos painéis sendo feito de pelo menos duas peças de material unidas em conjunto, as duas peças de material tendo uma resistência diferente por unidade de comprimento em uma direção transversal ao eixo geométrico longitudinal; o painel superior sendo soldado aos dois painéis laterais para formar os dois cantos superiores da viga; e o painel inferior sendo soldado aos dois painéis laterais para formar os dois cantos inferiores da viga.

Em um segundo aspecto, a invenção é uma seção da lança que tem um eixo geométrico longitudinal para uso na produção de uma lança telescópica para um guindaste que compreende um painel superior, um painel inferior e dois painéis laterais conectados juntos formando um corpo, com dois cantos superiores e dois cantos inferiores; pelo menos o painel inferior sendo feito pelo menos das primeira, segunda e terceira peças de aço soldadas juntas, com a primeira peça de aço entre as segunda e terceira peças de aço, com a primeira peça de aço sendo mais delgada que as segunda e terceira peças de aço; e o painel inferior sendo formado de modo a incluir uma região curva na primeira peça de aço, a região curva estendida na direção do eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

Em um terceiro aspecto, a invenção é um método de produção de uma viga que compreende: fornecer um primeiro painel lateral; fornecer um segundo painel lateral; fornecer um painel superior; fornecer um painel

inferior, o painel inferior sendo feito com o uso de um processo de soldagem com alta densidade energética para soldar pelo menos três peças de aço juntas para produzir o painel inferior; e utilizar um processo de soldagem com alta densidade energética para soldar o primeiro painel lateral ao painel superior e o painel inferior, e soldar o segundo painel lateral ao painel superior e ao painel inferior para formar uma viga de quatro painéis. As soldas no canto são preferencialmente soldas de penetração total.

Em um quarto aspecto, a invenção é um método de produção de uma viga que compreende: a) colocar um primeiro painel lateral adjacente a um painel superior de modo que uma primeira superfície da borda do painel superior confronte uma superfície lateral do primeiro painel lateral, e soldar juntos o primeiro painel lateral e o painel superior com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do painel superior e primeiro painel lateral combinados a partir de uma direção no plano da superfície lateral do primeiro painel lateral; b) colocar um segundo painel lateral adjacente ao painel superior de modo que uma segunda superfície da borda do painel superior confronte uma superfície lateral do segundo painel lateral, e soldar juntos o segundo painel lateral e o painel superior com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do painel superior e segundo painel lateral combinados a partir de uma direção no plano da superfície lateral do segundo painel lateral; c) colocar um painel inferior adjacente aos primeiro e segundo painéis laterais, com uma superfície da borda de cada primeiro e segundo painéis laterais confrontando uma superfície superior do painel inferior; d) soldar o primeiro painel lateral ao painel inferior com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do primeiro painel lateral e painel inferior combinados a partir de uma direção no plano da superfície superior do painel inferior; e e) soldar o segundo painel lateral ao painel inferior com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do segundo painel lateral e painel inferior combinados a partir de uma direção no plano da superfície superior do painel inferior.

Em outro aspecto, a invenção é uma combinação de membros

do painel para uso na produção de uma seção da lança para uma lança de guindaste telescópica que compreende um painel superior; um painel inferior que compreende pelo menos três peças de aço soldadas juntas, cada solda estendida ao longo do comprimento de um lado longo do painel inferior; um
5 primeiro painel lateral que compreende pelo menos duas peças de aço soldadas juntas, a solda estendida ao longo do comprimento de um lado longo do primeiro painel lateral; e um segundo painel lateral que compreende pelo menos duas peças de aço soldadas juntas com uma solda topo a topo entre peças contíguas, cada solda topo a topo estendida ao longo do comprimento
10 de um lado longo do segundo painel lateral.

Em outro aspecto ainda, a invenção é uma seção da lança que tem um eixo geométrico longitudinal para uso na produção de uma lança telescópica para um guindaste que compreende pelo menos um membro do primeiro painel e um membro do segundo painel, pelo menos o membro do
15 segundo painel compreendendo pelo menos duas peças de aço soldadas juntas com uma solda topo a topo entre peças contíguas, as duas peças de aço tendo diferentes resistências compressivas por unidade de comprimento transversal ao eixo geométrico; os dois membros do painel sendo soldados juntos ao longo de uma junta estendida paralelamente ao eixo geométrico
20 longitudinal da seção para formar a seção da lança.

Vigas construídas com painéis soldados sob medida podem ser fabricadas com um custo relativamente baixo e ainda fornecem resistência elevada e baixo peso. O uso do projeto de viga da invenção permite a um projetista de guindaste projetar uma lança de guindaste que será econômica
25 para determinadas aplicações. Uma vantagem das modalidades preferenciais da invenção é a possibilidade de usar um processo padronizado para produzir diferentes segmentos da lança que tenham diferentes capacidades alterando a espessura das partes marginais do TWP, ou utilizando aço com maior resistência à deformação nas partes marginais. O mesmo projeto básico e o mesmo processo de fabricação podem ser então facilmente modifi-
30 cados para produzir diferentes seções da lança para outros modelos de guindaste com diferentes capacidades.

Uma característica bastante significativa que permite uma redução no peso, enquanto mantém a resistência à deformação, é a produção de TWP inferior com um painel formado na seção central, produzindo uma parede lateral inferior da seção da lança que tem uma região curva. O arqueamento na placa inferior delgada aumenta a resistência à deformação daquela peça. (A parte inferior da seção da lança suporta cargas de compressão nos guindastes de lança telescópica, enquanto a parte superior da seção da lança suporta cargas de tração.) Além disso, as modalidades preferenciais da invenção fornecem um grau de flexibilidade pelo fato de que é possível obter diferentes níveis de rigidez na seção da lança modificando a região curva na peça inferior. No entanto, é menos dispendioso produzir uma parte do TWP com uma região curva do que uma parte totalmente curva de uma seção da lança.

O TWP pode ser fabricado utilizando um processo híbrido de soldagem, tal como um processo que utiliza um feixe de laser para penetração total, combinado com um processo de soldagem MIG. Seções de lança convencionais são soldadas juntas com membros de sobreposição no canto, e uma solda em filete é feita no espaço criado pela sobreposição. As modalidades preferenciais da invenção, que utilizam a solda MIG a laser híbrida, podem realizar uma solda de penetração total nos cantos, e, portanto, utilizam uma solda de junta de topo de sulco quadrado.

Essas e outras vantagens da invenção, bem como a invenção em si, serão mais facilmente compreendidas visualizando os desenhos anexos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista em perspectiva de um guindaste elevatório móvel com uma lança telescópica feita de vigas que utilizam a presente invenção.

A figura 2 é uma vista lateral da lança telescópica do guindaste da figura 1 em uma posição retraída.

A figura 3 é uma vista lateral da lança telescópica do guindaste da figura 1 em uma posição estendida.

A figura 4 é uma vista em perspectiva ampliada do nariz da lança da figura 2.

A figura 5 é uma vista em perspectiva de uma viga utilizada como uma seção da lança da figura 2.

5 A figura 6 é uma vista em perspectiva de uma combinação de painéis soldados sob medida utilizados para construir a viga da figura 5, embalados para remessa como um fardo.

A figura 7 é uma vista frontal explodida dos painéis da figura 6 antes de serem soldados para formar a viga da figura 5.

10 A figura 8 é uma vista em seção transversal obtida ao longo da linha 8-8 da figura 5.

A figura 9 é uma vista lateral ampliada parcial da lança da figura 3.

15 A figura 10 é uma vista em seção transversal obtida ao longo da linha 10-10 da figura 9.

A figura 11 é uma vista em seção transversal obtida ao longo da linha 11-11 da figura 9.

A figura 12 é uma vista em seção transversal de um primeiro projeto alternativo para uma viga utilizada para fazer uma lança telescópica.

20 A figura 13 é uma vista em seção transversal de um segundo projeto alternativo para uma viga utilizada para fazer uma lança telescópica.

A figura 14 é uma vista em seção transversal de um terceiro projeto alternativo para uma viga utilizada para fazer uma lança telescópica.

25 A figura 15 é uma vista em seção transversal de um quarto projeto alternativo para uma viga utilizada para fazer uma lança telescópica.

A figura 16 é uma vista lateral parcial da viga da figura 5.

A figura 17 é uma vista lateral parcial do quinto projeto alternativo para uma viga utilizada para fazer uma lança telescópica.

30 A figura 18 é uma vista lateral parcial do sexto projeto alternativo para uma viga utilizada para fazer uma lança telescópica.

A figura 19 é uma vista lateral parcial do sétimo projeto alternativo para uma viga utilizada para fazer uma lança telescópica.

A figura 20 é uma vista em perspectiva de uma viga utilizada como uma primeira seção para um projeto alternativo da lança da figura 2.

A figura 21 é uma vista lateral da viga da figura 20.

5 A figura 22 é uma vista em seção transversal obtida ao longo da linha 22-22 da figura 21.

A figura 23 é uma vista em seção transversal obtida ao longo da linha 23-23 da figura 21.

10 A figura 24 é uma vista em perspectiva de uma viga utilizada como uma segunda seção ao longo da viga da figura 20 para produzir o projeto alternativo da lança da figura 2.

A figura 25 é uma vista lateral da viga da figura 24.

A figura 26 é uma vista em seção transversal obtida ao longo da linha 26-26 da figura 25.

15 A figura 27 é uma vista em seção transversal obtida ao longo da linha 27-27 da figura 25.

A figura 28 é uma vista lateral ampliada parcial como da figura 9, à exceção da sobreposição nas seções quando as vigas das figuras 20 e 24 são montadas para produzir a lança do projeto alternativo.

20 A figura 29 é uma vista em perspectiva parcial interna das seções sobrepostas da figura 28.

A figura 30 é uma vista em perspectiva de um conjunto estabilizador utilizado no guindaste da figura 1.

A figura 31 é uma vista lateral de uma viga e do macaco do conjunto estabilizador da figura 30.

25 A figura 32 é uma vista em seção transversal obtida ao longo da linha 32-32 da figura 31.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS E DAS MODALIDADES PRESENTEMENTE PREFERENCIAIS

30 A descrição da presente invenção será complementada a partir daqui. Nas passagens adiante, diferentes aspectos da invenção são definidos em mais detalhes. Cada aspecto então definido pode ser combinado com qualquer outro aspecto ou aspectos, a menos que claramente indicado

em contrário. Em particular, qualquer característica indicada como preferencial ou vantajosa pode ser combinada com qualquer outra característica ou características indicadas como preferenciais ou vantajosas.

Os termos adiante utilizados no relatório descritivo e nas reivindicações exibem o significado definido como se segue.

O termo "processo de soldagem com alta densidade energética" diz respeito a um processo de soldagem que inclui pelo menos uma das seguintes: soldagem por feixe de laser, por feixe de elétron viga ou por arco de plasma.

O termo "processo híbrido de soldagem" diz respeito a um processo de soldagem que combina um processo de soldagem com alta densidade energética com o processo de solda de arco com gás de metal convencional (GMAW) ou solda de arco com gás tungstênio (GTAW). A GMAW pode ser uma soldagem a arco sob gás de metal inerte (MIG) ou uma soldagem a arco sob gás de metal ativo (MAG). Nos típicos processos híbridos de soldagem que utilizam um laser, os feixes de laser e GMAW ou GTAW são utilizados.

As vigas no equipamento de construção são geralmente projetadas para uso em uma orientação de gravidade específica. Por exemplo, as seções da lança em uma lança telescópica são projetadas com a ideia de que a lança será utilizada em um ângulo maior que 0° e menor que 90° em relação ao plano horizontal. Desse modo, uma porção da seção da lança sempre estará na parte superior, e uma porção sempre estará na parte inferior, mesmo quando a lança for erguida em um ângulo próximo a 90°. Os termos "superior", "inferior" e "lateral", como utilizados nesse documento, são portanto entendidos como o modo em que uma viga deve ser utilizada uma vez instalada em uma peça do equipamento de construção. Durante a fabricação da viga, o "inferior" pode às vezes estar orientado acima de "superior", por exemplo, quando a viga estiver sendo soldada junta.

A expressão "se estende no comprimento de" deve ser interpretada como uma direção, não uma distância. Por exemplo, "a solda se estende no comprimento de um lado longo do painel inferior" significa que a dire-

ção da solda está na direção do lado longo do painel inferior. A expressão não implica que a solda é tão longa quanto o comprimento total do lado longo do painel inferior, embora a solda possa ter essa extensão. Ademais, a expressão não implica que a solda seja uma linha reta, mas somente que
5 geralmente se estende na direção indicada.

Embora possa ser aplicada a muitos tipos de equipamentos de construção, a invenção será descrita em associação a um guindaste elevatório móvel 10, mostrado em uma configuração de transporte na figura 1. (Vários elementos do guindaste 10, como as polias superiores da lança, cabos
10 para levantamento de carga, componentes da cabine do operador, etc. não foram incluídos para fins de clareza.) O guindaste elevatório móvel 10 inclui operações nas partes inferiores, também chamado transportador 12, com membros de engate no solo móveis na forma de pneus 14. Naturalmente, outros tipos de membros de engate no solo móveis, como esteiras, poderiam
15 ser utilizados no guindaste 10. O guindaste 10 também inclui membros de engate no solo estacionários na forma de macacos 16 nas vigas do estabilizador como parte do conjunto estabilizador 38, discutido adiante em mais profundidade.

A mesa giratória 20 é montada no transportador 12 de modo que
20 possa oscilar ao redor de um eixo geométrico vertical em relação aos membros de engate no solo 14 e 16. A mesa giratória suporta uma lança 22 montada sob a forma de pivô sobre a mesa giratória. Um cilindro hidráulico 24 é utilizado como um mecanismo de içamento da lança (às vezes denominado mecanismo de levantamento da lança) que pode ser utilizado para alterar o
25 ângulo da lança em relação ao eixo geométrico horizontal durante a operação do guindaste. O guindaste 10 inclui ainda uma unidade de contrapeso 34. O contrapeso pode estar na forma de múltiplos empilhamentos de membros de contrapeso individuais sobre um membro de sustentação.

Durante a operação normal do guindaste, um cabo de levantamento de carga (não mostrado) é guiado através de uma roldana, normalmente
30 gornido por um conjunto de polias superiores da lança na lança 22, e suportará um bloco de gancho (não mostrado). Na outra extremidade, o ca-

bo de levantamento de carga é enroscado em um tambor de levantamento da carga 26 conectado à mesa giratória. A mesa giratória 20 inclui outros elementos comumente encontrados em um guindaste elevatório móvel, como uma cabine do operador 28. Um segundo tambor de levantamento 30 para um cabo auxiliar pode ser incluído. Outros detalhes do guindaste 10 não são significativos ao entendimento da invenção e podem ser iguais ao de um guindaste de lança telescópica convencional.

A lança 22 é construída conectando juntas múltiplas seções da lança de maneira telescópica. Como se observa melhor nas figuras 2 e 3, a 10 lança 22 tem quatro seções: a seção da base 42, uma primeira seção telescópica 44 que encaixa dentro da seção da base 42, uma segunda seção telescópica 46 que encaixa dentro da primeira seção telescópica 44, e uma terceira seção telescópica 48 que encaixa dentro da segunda seção telescópica 46. Naturalmente a invenção pode ser utilizada para produzir lanças 15 com um número maior ou menor de seções, por exemplo, lanças telescópicas com duas, três, cinco, seis e até sete seções. Como observado na figura 3, a terceira seção telescópica 48 se estende além da extremidade superior da segunda seção telescópica 46 e é projetada para encaixar no topo de uma lança.

20 O modo de fixação das seções da lança entre si e da montagem telescópica das seções da lança 42, 44, 46 e 48 uma na outra podem ser idênticos ao dos guindastes de lança telescópica existentes. O guindaste 10 difere dos guindastes de lança telescópica convencionais basicamente na construção das vigas ocas que atuam como as seções da lança 42, 44, 46 e 25 48.

Como se observa melhor nas figuras 5-8, uma seção de lança individual 44 é feita de uma viga que tem um eixo geométrico longitudinal 43 e uma seção em corte transversal geralmente retangular que compreende um painel superior 50, um painel inferior 60 e dois painéis laterais 70 e 80 30 conectados juntos formando um corpo, com dois cantos superiores 57 e 58 e dois cantos inferiores 76 e 86. Pelo menos um dos painéis, e preferencialmente pelo menos três dos painéis, e no caso da viga 44, todos os quatro

painéis, são feitos de pelo menos duas peças de material soldadas juntas. Esses painéis são chamados painéis soldados sob medida (TWP), porque as peças soldadas juntas para formar o painel podem ser "feitas sob medida" em termos de dimensão, grau do material, forma conformada, etc. para a parte específica da viga para a qual o painel foi construído, e também feitas sob medida para a aplicação na qual a viga será utilizada. Nesta modalidade, as soldas entre as peças individuais em cada painel se estendem em paralelo ao eixo geométrico longitudinal da viga, mas nem sempre esse é o caso, como será discutido abaixo com relação às figuras 20-29.

No TWP, as diferentes porções dos painéis normalmente têm uma resistência diferente por unidade de comprimento em uma direção transversal ao eixo geométrico longitudinal 43. Na viga 44, cada um dos painéis é feito de peças de aço, e especificamente pelo menos três peças de aço, tendo pelo menos duas das peças de aço com diferentes espessuras entre si. As três peças de aço formam duas laterais e uma porção média sobre cada painel, sendo que o aço utilizado nas laterais de cada painel é mais espesso que o aço utilizado na porção média do mesmo painel, como observado nas figuras 7 e 8, de modo que a peça central em cada conjunto de três tem uma espessura menor que as espessuras das peças externas. Como alternativa, cada painel poderia ser constituído de pelo menos três peças de aço, com pelo menos duas peças de aço tendo diferentes resistências à deformação entre si, utilizando um aço de maior resistência à deformação nas porções laterais dos painéis. Naturalmente as porções laterais teriam uma espessura diferente da porção central e também seriam produzidas em um aço com uma resistência à deformação diferente do aço utilizado para a porção média.

Portanto, como se pode observar mediante a descrição acima, as seções da lança preferenciais têm um eixo geométrico longitudinal e pelo menos um membro do primeiro painel e um membro do segundo painel, pelo menos o membro do segundo painel compreende no mínimo duas peças de aço soldadas juntas, com a solda estendida em paralelo ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança. As duas peças de aço têm uma resistência

compressiva diferente por unidade de comprimento transversal ao eixo geométrico 43. Os dois membros do painel são soldados juntos ao longo de uma junta que se estende em paralelo ao eixo geométrico longitudinal da seção para formar a seção da lança.

5 No caso da viga 44, o painel superior 50 é constituído pelas primeira, segunda e terceira peças de aço soldadas juntas com a primeira peça de aço 53 entre as segunda e terceira peças de aço 52 e 54, cada solda estendida em paralelo ao eixo geométrico longitudinal 43 da viga 44. Do mesmo modo, o painel inferior 60 é feito constituído pela primeira peça de aço 63
10 entre as segunda e terceira peças de aço 62 e 64. Os painéis laterais 70 e 80 são constituídos respectivamente pelas peças 73, 72, 74 e 83, 82 e 84.

 Quando os painéis 50, 60, 70 e 80 são soldados juntos, cada canto compreende um canto fabricado reforçado. Na modalidade representada, o canto 57 é formado pela porção lateral 52 do painel 50 e pela porção
15 lateral 72 do painel 70. Do mesmo modo, o canto 58 é formado pela porção lateral 54 do painel 50 e pela porção lateral 82 do painel 80. O canto inferior 76 é formado pela porção lateral 62 do painel 60 e pela porção lateral 74 do painel 70; e o canto inferior 86 é formado pela porção lateral 64 do painel 60 e pela porção lateral 84 do painel 80. Os painéis são soldados juntos com
20 uma junta de topo de sulco quadrado realizada sem qualquer bisel ou preparação da borda. A solda entre painéis é uma solda de penetração total realizada pela soldagem de uma única lateral do painel.

 No painel 50, as duas peças de aço externas 52 e 54 têm a mesma espessura entre si. As peças de aço externas no painel 60 são produzidas da mesma maneira. No entanto, as peças externas em um dado
25 painel poderiam ter diferentes espessuras entre si. Por exemplo, as peças externas inferiores 74 e 84 dos painéis 70 e 80 poderiam ser mais espessas que as peças laterais superiores 72 e 82. Ainda, as espessuras das peças externas não precisam ser iguais entre painéis. Em outras palavras, a porção lateral 64 não precisa ter a mesma espessura que a porção lateral 54 ou
30 84. Preferencialmente, quando for utilizada a mesma resistência à deformação do aço para todas as peças em um painel, as duas peças externas con-

tíguas, tais como 62 e 64, têm uma espessura que é pelo menos 1,5 vezes a espessura da peça central 63. Mais preferencialmente as duas peças externas contíguas têm uma espessura que é pelo menos duas vezes a espessura da peça central.

5 O painel 60 tem três peças de aço com uma peça central 63 que tem uma primeira resistência compressiva por unidade de comprimento em uma direção transversal ao eixo geométrico longitudinal 43, e as duas peças externas contíguas 62 e 64 têm individualmente uma resistência compressiva por unidade de comprimento em uma direção transversal ao eixo geométrico longitudinal maior que a primeira resistência compressiva. A resistência compressiva por unidade de comprimento é determinada multiplicando a espessura do aço e a resistência à compressão do aço. Por exemplo, uma
10 peça de aço que tem uma resistência à compressão de 551,58 MPa (80 ksi (80.000 libras por polegada quadrada)) com 1,27 cm ($\frac{1}{2}$ polegada de espessura) terá uma resistência compressiva por unidade de comprimento de
15 714.318,692 kg/m (40.000 libras por polegada). Portanto, a resistência compressiva por unidade de comprimento de duas peças externas 62 e 64 pode ser mais alta que a resistência compressiva por unidade de comprimento da peça central 63: 1) utilizando aço mais espesso nas peças externas 62 e 64
20 que a espessura da peça central 63, o aço de todas as três peças tendo a mesma resistência à compressão; ou 2) utilizando a mesma espessura do aço para cada uma das peças 62, 64 e 63, mas utilizando um aço com resistência à compressão mais alta nas duas peças externas 62 e 64 do que o aço utilizado para a peça central 63. Embora possam ser utilizados outros
25 aços com resistência à deformação, todas as três peças de aço no painel inferior preferencialmente têm uma resistência à compressão entre aproximadamente 689,47 MPa (100 ksi) e aproximadamente 827,37 MPa (120 ksi).

 O painel 60 é diferente dos demais painéis por ser formado de modo a incluir uma região curva na primeira peça de aço 63, a região curva
30 65 estendida na direção do eixo geométrico longitudinal 43 da viga 44. Preferencialmente, a região curva 65 inclui uma pluralidade de curvaturas no aço estendidas em paralelo ao lado longo do painel inferior 60. Como se ob-

serva melhor nas figuras 7 e 8, as segunda e terceira peças de aço 62 e 64 proporcionam individualmente uma região relativamente plana adjacente aos cantos inferiores 76 e 86. Além disso, a própria primeira peça de aço 63 inclui as porções 67 e 68 fora da região curva 65 que são relativamente planas e têm superfícies externas que estão no mesmo plano que as superfícies externas das peças 62 e 64.

Enquanto o painel superior 50 em geral é plano e o painel inferior 60 inclui a região curva 65, os painéis laterais 70 e 80 em geral são planos, mas cada um inclui uma pluralidade de gofragens 78 e 88. O aço que constitui as porções centrais 73 e 83 dos painéis laterais 70 e 80 é estampado com uma pluralidade de gofragens que aumentam a rigidez dos painéis laterais. As estampas gofradas 78 e 88 na viga 44 são circulares, como observado na figura 16. No entanto, a gofragem poderia ser de outras formas, tais como os retângulos inclinados paralelos 578 e 778, como mostrado nas vigas 542 e 742 nas figuras 17 e 19 respectivamente, e retângulos inclinados 678 em ângulos alternados entre si, como mostrado na viga 642 na figura 18. Além disso, nem todas as seções da lança necessitam de gofragem. Como observado na figura 3, as seções da lança telescópica 46 e 48 são produzidas sem gofragem nos painéis laterais. Ainda, em algumas modalidades de guindaste, um projeto padronizado de lança com 4 placas pode ser utilizado para a terceira seção telescópica 48.

A viga 44 é construída primeiramente produzindo os painéis individuais 50, 60, 70 e 80, e em seguida soldando os painéis juntos. Preferencialmente o painel inferior é produzido utilizando um processo de soldagem com alta densidade energética para soldar pelo menos três peças de aço juntas. Preferencialmente, um processo de soldagem com alta densidade energética também é utilizado para soldar pelo menos duas peças de aço (neste caso três peças de aço) juntas para produzir o primeiro painel lateral 70, e pelo menos duas (preferencialmente três) peças de aço adicionais para produzir o segundo painel lateral 80. Preferencialmente, um processo de soldagem com alta densidade energética também é utilizado para soldar pelo menos três outras peças de aço juntas para produzir o painel superior 50.

A solda entre as primeira e segunda peças de aço, e a solda entre as primeira e terceira peças de aço em cada painel preferencialmente compreendem uma solda topo a topo. As peças de aço são soldadas juntas com uma junta de topo de sulco quadrado feito realizada sem qualquer bisel ou preparação da borda. As soldas entre as peças de aço são preferencialmente soldas de penetração total realizadas pela soldagem de uma única lateral do painel.

Depois de produzidos os painéis individuais, preferencialmente, utiliza-se um processo de soldagem com alta densidade energética para soldar o primeiro painel lateral 70 ao painel superior 50 e ao painel inferior 60, e para soldar o segundo painel lateral 80 ao painel superior 50 e ao painel inferior 60 para formar uma viga de quatro painéis. O processo preferencial de soldagem com alta densidade energética utiliza tanto uma soldagem a laser quanto GMAW, com a GMAW preferencialmente sendo a soldagem MIG, muito embora a soldagem MAG também possa ser utilizada com a soldagem a laser.

A colocação dos membros do painel em proximidade mútua para formar os cantos e o tipo de solda utilizada para formar os cantos são preferencialmente conforme mostrado na figura 8. O primeiro painel lateral 70 é colocado adjacente ao painel superior 50 para que uma primeira superfície da borda do painel superior 50 confronte uma superfície lateral do primeiro painel lateral 70. O primeiro painel lateral 70 e o painel superior 50 são então soldados juntos com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do painel superior e primeiro painel lateral combinados a partir de uma direção no plano da superfície interna do primeiro painel lateral 70. Em seguida, o segundo painel lateral 80 é colocado adjacente ao painel superior 50 para que uma segunda superfície da borda do painel superior 50 confronte uma superfície lateral do segundo painel lateral 80. O segundo painel lateral 80 e o painel superior 50 são então soldados juntos com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do painel superior e segundo painel lateral combinados a partir de uma direção no plano da superfície interna do segundo painel lateral. Por fim, o painel inferior 60 é colocado adjacente aos primeiro e segundo painéis laterais 70 e 80,

com uma superfície da borda de cada primeiro e segundo painéis laterais confrontando uma superfície superior do painel inferior 60. O primeiro painel lateral 70 é então soldado ao painel inferior 60 com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do primeiro painel lateral e

5 painel inferior combinados a partir de uma direção no plano da superfície superior do painel inferior; e o segundo painel lateral 80 é então soldado ao painel inferior 60 com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do segundo painel lateral e painel inferior combinados a partir de uma direção no plano da superfície superior do painel inferior 60. As

10 juntas do canto superior e inferior estão, portanto localizadas na vertical e na horizontal respectivamente para facilitar as condições de carga sobre a viga quando for utilizada como uma seção de lança do guindaste. As juntas da solda com face e raiz, como mostra a figura 8, são orientadas estrategicamente de modo que as soldas superiores possam melhor controlar as cargas

15 de arqueamento e cisalhamento, enquanto as soldas inferiores podem controlar melhor as cargas de compressão. Embora esta orientação seja preferencial, as soldas também podem ser orientadas de diferentes maneiras para facilidade de fabricação. A raiz de uma solda é tipicamente sensível às imperfeições do processo quando comparada à face da solda, portanto, é

20 preferível, quando uma viga estiver submetida às forças de arqueamento em que o painel superior esteja sob tensão e o painel inferior sob compressão, orientar a solda para que sua raiz para o painel superior tenha menos cargas que a face da solda. Quando a viga 44 é estendida a partir da base 42, as cargas mais altas sobre as soldas individuais serão aquelas na área de en-

25 caixe, onde as vigas se sobrepõem. Como observado na figura 8, a raiz de cada uma das soldas nos cantos 57 e 58 é orientada para colocar a raiz da solda no local onde haja menos cargas de tração do que se a solda fosse orientada de outra forma. Enquanto a solda entre o segundo painel lateral 80 e o painel inferior 60 é descrita acima como sendo realizada ao final, essa

30 solda pode ser realizada antes da solda entre o primeiro painel lateral 70 e o painel inferior 60.

Para obter soldas de penetração total, a espessura dos primeiro

e segundo painéis laterais 70 e 80 na solda ao painel inferior 60 é preferencialmente aproximadamente igual ou inferior a 10 mm, e a espessura do painel inferior 60 nas soldas para os primeiro e segundo painéis laterais 70 e 80 é preferencialmente aproximadamente igual ou inferior a 12 mm. Embora
5 outras dimensões possam ser utilizadas, um projeto exemplificativo para a viga 44 utiliza 1) um painel superior 50 com uma placa central 53 com espessura de 4 mm, e cada uma das porções laterais 52 e 54 com uma largura de 76,2 mm e uma espessura de 10 mm; 2) um painel inferior 60 com uma placa central 63 com espessura de 4 mm, e cada uma das porções laterais
10 62 e 64 com uma largura de 101,6 mm e uma espessura de 12,7-mm; e 3) placas laterais 70 e 80 com uma espessura de 5 mm em suas porções centrais 73 e 83. A espessura de todas as porções laterais 72, 74, 84 e 84 é de 10 mm. As porções laterais 72 e 82 têm uma largura de 76,2 mm, enquanto as porções laterais 74 e 84 têm 101,6 mm de largura. A profundidade de gofragem neste exemplo equivale à espessura das porções centrais 73 e 83.
15

Como a viga 44 tem uma seção em corte transversal geralmente retangular, o primeiro painel lateral 70 é colocado adjacente ao painel superior 50 em um ângulo de 90°, e o segundo painel lateral 80 também é colocado adjacente ao painel superior 50 em um ângulo de 90°, para a soldagem
20 no processo acima. Do mesmo modo, o painel inferior 60 é colocado adjacente aos primeiro e segundo painéis laterais 70 e 80 em um ângulo de 90° em relação a cada um dos painéis laterais para o processo de soldagem acima.

Os membros do painel separados podem ser fabricados nas instalações da fábrica e então expedidos juntos em um fardo de combinação que será fabricado formando uma viga em outras instalações da fábrica. Esse fardo de TWP é mostrado na figura 6 e é denominado kit de painel. O kit de painel na figura 6 inclui os membros do painel para uso na produção de uma seção da lança para uma lança de guindaste telescópica. A combinação
25 inclui um painel superior 50; um painel inferior 60, um primeiro painel lateral 70 e um segundo painel lateral 80 como descrito acima. Preferencialmente, as soldas no painel inferior 60 e as soldas em cada um dos painéis
30

laterais 70 e 80 compreendem individualmente uma solda topo a topo entre peças de aço contíguas. Preferencialmente, na ocasião do enfardamento conjunto dos painéis na forma de um kit, os primeiro e segundo painéis laterais 70 e 80 já incluem as gofragens 78 e 88 para aquelas seções da lança que incluem gofragens nos painéis laterais. Quando a viga 44 é construída a partir dos painéis, encaixes, conectores e reforços terminais também são soldados à viga, como nas seções da lança telescópica convencionais. No entanto, devido ao uso de porções externas mais espessas 52, 54, 62, 64, 72, 74, 82 e 84 nos painéis, não é preciso adicionar duplicadores, como convencionalmente é utilizado nas seções retangulares da lança telescópica.

Uma vez construída, a viga 44 pode ser utilizada para produzir a lança telescópica 22. Como é possível notar acima, a lança telescópica 22 compreende as primeira, segunda e terceira seções telescópicas e uma seção da base, com uma seção encaixando deslizantemente no interior de outra seção. Embora a viga 44 seja descrita como a primeira seção telescópica para a lança 22, qualquer uma das, e preferencialmente todas as seções 42, 44, 46 e 48, podem ser produzidas com TWP. Como observado nas figuras 9-11, a viga 42 é construída com TWP exatamente como a viga 44, mas com dimensões maiores para que a viga 44 possa encaixar dentro da viga 42.

Em analogia às seções de lança convencionais, a primeira seção da lança 42 inclui duas placas de desgaste frontais superiores 92 conectadas ao painel superior 50, duas placas de desgaste frontais inferiores 94 conectadas ao painel inferior 60, e uma placa de desgaste frontal lateral 95 conectada a cada painel lateral 70 e 80, como se observa melhor nas figuras 9-11. Naturalmente, um maior número de placas de desgaste individuais poderia ser utilizado. Preferencialmente, a seção da base 42 também inclui as placas de desgaste superiores traseiras 96 fixadas à placa superior 50, e a primeira seção telescópica 44 inclui uma placa de desgaste traseira inferior 98 que é fixada ao fundo de sua placa inferior. Como observado na figura 11, as placas de desgaste superiores 96 são colocadas para que se estendam além da largura da viga 44, e assim também forneçam as placas de desgaste laterais. Um dos benefícios do uso de um TWP para as placas que

constituem a seção da base 42 e a primeira viga telescópica 44 é que as peças mais espessas 52, 54, 62 e 64 nos painéis superior e inferior 50, 60 fornecem trilhos para contato das placas de desgaste entre as seções da lança. É preferível que as placas de desgaste 92, 94 e 95 sejam posicionadas de modo que um plano transversal comum (representado pela linha 99 na figura 9) intercepte a linha central longitudinal dessas placas de desgaste. É ainda preferível que o plano transversal comum que intercepta as placas de desgaste 92, 94 e 95 seja uniformemente espaçado entre gofragens adjacentes 78, 88 em cada uma das placas laterais 70 e 80 da viga 44, quando a viga estiver em sua posição de extensão máxima projetada, como observado na figura 9. Constatou-se que a colocação da gofragem conforme a descrição acima aumenta a resistência à deformação nos painéis laterais.

Embora a viga 44 tenha quatro TWP, em outras modalidades pelo menos o painel inferior e os dois painéis laterais são individualmente produzidos com no mínimo duas peças de aço, e o painel superior poderia ser produzido a partir de uma única peça de aço, como mostra a figura 12. A viga 142 tem um painel inferior 160 formado por pelo menos três peças de aço que formam duas laterais e uma porção média no painel, com o aço utilizado nas laterais do painel inferior sendo mais espesso que o aço utilizado na porção média do painel inferior. No entanto, o painel superior 150 é apenas uma única peça de aço, e os dois painéis laterais 170 e 180 são formados de duas peças de aço.

Além de retangulares, as vigas da presente invenção podem ter outras formas em seção transversal. Por exemplo, em outras modalidades, a viga 242 pode ter uma seção em corte transversal geralmente trapezoidal, como observado na figura 13.

A figura 14 mostra outro projeto alternativo para uma viga 342 produzida com TWP. Cada painel 350, 360, 370 e 380 é produzido a partir de três peças de aço, exatamente como os painéis 50, 60, 70 e 80. No entanto, a viga 342 é construída utilizando diferentes juntas nos cantos. Invés de os cantos estarem nivelados, o painel inferior 360 se estende para fora além dos painéis laterais 370 e 380. Além disso, o painel superior 350 é sol-

dado entre os painéis laterais 370 e 380, que se estendem para cima além do painel superior. Nesta modalidade os painéis podem ser soldados juntos usando métodos de soldagem convencionais devido à flexibilidade de fabricação em termos de custo e disponibilidade de recurso.

5 Outra configuração alternativa da viga que pode ser utilizada para fazer uma lança telescópica é ter uma viga 442 com seções em corte transversal de curvatura variável, como mostra a figura 15. Nesta modalidade a viga é feita de pelo menos um membro do primeiro painel e um membro do segundo painel. Um membro do primeiro painel 450 é constituído na forma de uma curva e proporciona uma carcaça superior para a seção da lança. Um membro do segundo painel compreende pelo menos duas, e neste caso três peças de aço 460, 470 e 480, soldadas juntas com uma solda topo a topo entre peças contíguas, cada solda topo a topo estendida em paralelo ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança. As três peças de aço 10 460, 470 e 480 são constituídas na forma de uma curva fornecendo uma carcaça inferior da seção da lança. As três peças de aço 460, 470 e 480 compreendem uma peça central 460 que tem uma primeira espessura, e as duas peças externas contíguas 470 e 480 individualmente têm uma espessura maior que a primeira espessura. Portanto, pelo menos duas das peças 15 de aço têm uma resistência compressiva diferente por unidade de comprimento transversal ao eixo geométrico da viga. As peças 470 e 480 são soldadas com soldas topo a topo de penetração total ao membro do painel 450 respectivamente nas soldas 475 e 485. Portanto, os dois membros do painel são soldados juntos ao longo de uma junta estendida em paralelo ao eixo 20 geométrico longitudinal da seção para formar a seção da lança. As três peças de aço 460, 470 e 480 poderiam ser soldadas juntas em um painel liso que a partir de então seria arqueado para assumir a forma observada na figura 15, ou as três peças individuais de aço 460, 470 e 480 poderiam ser primeiramente arqueadas e em seguida soldadas juntas.

30 Outra lança alternativa é produzida pelas vigas 212 e 262, observadas nas figuras 20-29. A diferença básica entre as vigas 212 e 262, quando comparadas à viga 44, é que em pelo menos alguns dos painéis, as

soldas entre as peças de aço que constituem os painéis individuais não são paralelas ao eixo geométrico longitudinal da viga. Em vez disso, as soldas formam um pequeno ângulo em relação ao eixo geométrico longitudinal, de modo que as peças de aço mais espessas são mais largas na porção da base da viga e mais estreitas na porção da cabeça da viga. Naturalmente, a largura da peça de aço mais delgada entre as peças de aço mais espessas aumenta da base em direção ao topo da viga.

As figuras 20-23 mostram uma viga 212 que pode ser utilizada como uma primeira seção telescópica de uma lança. Assim como a viga 44, a viga 212 tem um eixo geométrico longitudinal 213 e uma seção em corte transversal geralmente retangular. A viga 212 tem um painel superior 220, dois painéis laterais 230 e 240 e um painel inferior 250 conectados juntos para formar um corpo, com dois cantos superiores 223 e 224 e dois cantos inferiores 253 e 254. Todos os quatro painéis são produzidos a partir de três peças de aço soldadas juntas. Esses painéis também são chamados de painéis soldados sob medida (TWP), porque as peças soldadas juntas para formar o painel são "feitas sob medida" em relação à dimensão, grau do material, forma conformada, etc. para a parte específica da viga para a qual o painel é construído.

Na viga 212, o painel lateral 230 é formado pelas primeira, segunda e terceira peças de aço soldadas juntas com a primeira peça de aço 235 entre as segunda e terceira peças de aço 236 e 237. No entanto, as soldas entre peças contíguas se estendem em um ângulo que desvia de uma linha paralela ao eixo geométrico longitudinal 213 da viga. O ângulo estará entre $0,1^\circ$ e 2° , e preferencialmente entre $0,3^\circ$ e $0,5^\circ$, dependendo do comprimento e da largura do painel 230. Para um painel com comprimento de 914,4 cm (30 pés) e largura de 50,8 cm (20 polegadas), utilizado como um painel lateral em uma viga para uma lança telescópica, o ângulo preferencialmente estará por volta de $0,33^\circ$. Na figura 20, a linha 215 acompanha a direção da solda entre as peças de aço 235 e 237. Foi desenhada outra linha 214 que é paralela ao eixo geométrico longitudinal 213 e que auxilia a visualização desse ângulo. O ângulo 216, portanto, é o ângulo entre a solda

e uma linha que intercepta a solda e é paralela ao eixo geométrico longitudinal 213 da viga 212.

O painel inferior 250 é formado por uma primeira peça de aço 255 entre as segunda e terceira peças de aço 256 e 257. O painel lateral 240 é formado pelas peças 245, 246 e 247. Em cada um desses painéis, as peças mais espessas de aço nas laterais dos painéis são mais largas na porção da base da viga, como melhor observado na figura 23, do que na extremidade de topo da viga, como observado na figura 22. Todas as peças 236, 237, 246, 247, 256 e 257 são mais largas na figura 23 do que na figura 22. Nesta modalidade, o painel superior 220 é formado pelas peças de aço 225, 226 e 227 que são soldadas juntas com soldas estendidas em paralelo ao eixo geométrico longitudinal da viga 212, de modo que as peças 225, 226 e 227 não variam de largura ao longo do comprimento da viga. Preferencialmente, o painel superior 220 é produzido deste modo porque é necessário que as peças laterais mais espessas 226 e 227 sejam largas em todo seu comprimento para engatar as placas de desgaste. Com três dos painéis na viga 212 tendo peças laterais afuniladas aprimoradas (às vezes também denominados trilhos afunilados) em seus painéis, é obtida uma redução de peso nos trilhos paralelos retangulares.

Nos painéis 220, 230, 240 e 250, as duas peças de aço externas têm a mesma espessura entre si, e uma resistência compressiva por unidade de comprimento em uma direção transversal ao eixo geométrico longitudinal 213 que é maior que a resistência compressiva da peça central. No entanto, assim como a viga 44, as peças externas em um dado painel poderiam ter diferentes espessuras entre si.

O painel 250, assim como o painel 60, é diferente dos outros painéis por ser formado de modo a incluir uma região curva na primeira peça de aço 255, a região curva estendida na direção do eixo geométrico longitudinal 213 da viga 212. Preferencialmente a região curva inclui uma pluralidade de curvaturas no aço estendidas em paralelo ao lado longo do painel inferior 250.

Assim como suas contrapartes na viga 44, os painéis laterais

230 e 240 em geral são planos, mas cada um inclui uma pluralidade de gofragens 238 e 248. As estampas gofradas 238 e 248 são circulares, mas poderiam ter outras formas. Ainda, nem todas as seções da lança precisam de gofragem.

5 A viga 212 é construída primeiramente produzindo os painéis individuais 220, 230, 240 e 250, e então soldando juntos os painéis. Um processo de soldagem com alta densidade energética pode ser utilizado, e pode ser controlado de modo a se deslocar em um trajeto que não é paralelo ao eixo geométrico longitudinal da viga para criar as soldas em ângulo entre as
10 peças nos painéis individuais durante a soldagem das três peças de aço juntas. A solda entre as primeira e segunda peças de aço, e a solda entre as primeira e terceira peças de aço em cada painel preferencialmente compreendem uma solda topo a topo. As peças de aço são soldadas juntas com uma junta de topo de sulco quadrado realizada sem qualquer bisel ou prepa-
15 ração da borda. As soldas entre as peças de aço são preferencialmente soldas de penetração total realizadas soldando a partir de uma única lateral do painel.

 Depois de produzidos os painéis individuais, preferencialmente é utilizado um processo de soldagem com alta densidade energética para sol-
20 dar o primeiro painel lateral 230 ao painel superior 220 e ao painel inferior 250, e para soldar o segundo painel lateral 240 ao painel superior 220 e ao painel inferior 250 para formar uma viga de quatro painéis. Quando os painéis 220, 230, 240 e 250 são soldados juntos, cada canto compreende um canto fabricado reforçado, assim como na viga 44. Os painéis são soldados
25 juntos com uma junta de topo de sulco quadrado realizada sem qualquer bisel ou preparação da borda. A solda entre painéis é uma solda de penetração total realizada pela soldagem a partir de uma única lateral do painel. Depois que os painéis são soldados juntos, um colar de corte de perfil 298 é soldado aos painéis na cabeça da viga 212. Além disso, as placas 299 são
30 adicionadas para formar um colar no pé da viga 212.

 A viga 262, mostrada nas figuras 24-27, é semelhante à viga 212, exceto pelos painéis laterais que são produzidos sem gofragem. As três

peças de aço 275, 276 e 277 que constituem o painel lateral 270 são soldadas juntas com uma solda que forma um pequeno ângulo em relação ao eixo geométrico longitudinal 263 da viga 262. As três peças de aço 275, 276 e 277 são afuniladas para que as peças externas mais espessas 276 e 277 sejam mais largas na base da viga e mais estreitas no topo da viga, enquanto a peça central 275 é mais estreita na base da viga e mais larga no topo da viga 262. Do mesmo modo, assim como as três peças de aço 285, 286 e 287 que constituem o painel lateral 280 são igualmente afuniladas, são as três peças de aço 295, 296 e 297 que constituem o painel inferior 290. Isso é melhor observado comparando as vistas em seção transversal na figura 27 (próximo à base da viga 262) com a vista em seção transversal na figura 26 (próximo ao topo da viga). Assim como na viga 212, as soldas entre as peças de aço 265, 266 e 267 que constituem o painel superior 260 da viga 262 são paralelas ao eixo geométrico longitudinal da viga 262.

A sobreposição das vigas 212 e 262 quando as vigas são montadas para produzir uma lança telescópica é observada nas figuras 28 e 29. As placas de desgaste são arranjadas sobre as vigas 212 e 262 exatamente como nas vigas 42 e 44, observadas na figura 9. A figura 29 mostra ainda os membros de reforço 299 que são adicionados aos painéis soldados sob medida para formar as extremidades das vigas quando as vigas 212 e 262 são utilizadas na produção de uma lança telescópica. Esses membros de reforço 299 são convencionais e bastante similares aos membros de reforço utilizados nas vigas formadas por painéis de um único membro.

Em vez de soldas em linha reta entre as peças de aço que constituem os painéis, as linhas de solda poderiam acompanhar um padrão de curva suave ou um padrão escalonado longo, ou uma combinação de linhas de solda que estão em diferentes inclinações.

As vigas das modalidades preferenciais da invenção são particularmente bem adaptadas à produção de lanças para guindastes montados em caminhão, guindastes para todo terreno e guindastes para terrenos acidentados. As vigas retangulares são particularmente bem adaptadas para guindastes que têm uma capacidade média entre 30,35 e 62,5 toneladas (30

e 70 toneladas americanas). Para guindastes acima deste intervalo, uma lança formada por seções semelhantes às mostradas na figura 15, embora com custo de formação mais elevado, em função do arqueamento requerido, podem oferecer vantagens econômicas durante a vida útil do guindaste. Ainda, o uso dos aspectos da invenção com seções da lança dotadas de múltiplas regiões curvas confere flexibilidade ao projeto modular.

Além das vantagens quando utilizadas como uma seção telescópica de uma lança telescópica, as vigas das modalidades preferenciais da invenção são vantajosas quando utilizadas como outros componentes no equipamento de construção, por exemplo, vigas em um chassi para um veículo, como um transportador 20 para um guindaste móvel. Uma viga das modalidades preferenciais da invenção também pode ser utilizada com vantagens como uma viga de extensão lateral de um conjunto estabilizador, como o conjunto estabilizador 38. As figuras 30-32 mostram esse uso em mais detalhes.

Como é observado na figura 30, o conjunto estabilizador 38 inclui um quadro central 39 que sustenta duas vigas do estabilizador 842 e 844. As vigas 842 e 844 são montadas no quadro central 39 de modo que possam ser estendidas de uma configuração de transporte (observado na figura 1) para uma posição estendida (observada na figura 30). O modo de montagem das vigas 842 e 844 no quadro central 39 e o modo de extensão podem ser semelhantes aos dos atuais conjuntos estabilizadores convencionais. Cada viga 842 e 844 é equipada com um cilindro de levantamento por macaco 16, como adotado convencionalmente. As linhas hidráulicas utilizadas para alimentar o cilindro de levantamento por macaco 16 e devolver o fluido hidráulico podem ser observadas na figura 31, e em seção transversal na figura 32.

As vigas 842 e 844 são construídas utilizando TWP, o que é melhor observado na figura 32. As duas vigas 842 e 844 terão uma construção similar, portanto somente a viga 842 será discutida em pormenores. A viga 842 tem uma seção de corte transversal geralmente retangular, exatamente como a viga 44, e é formada por quatro painéis 850, 860, 870 e 880, cada

um deles produzido com três peças de aço. O painel superior 850 tem uma peça de aço delgada 853 soldada entre peças de aço espessas 852 e 854, e o painel inferior 860 tem uma peça de aço delgada 863 soldada entre peças de aço espessas 862 e 864. Os painéis laterais 870 e 880 têm as peças de

5 aço delgadas 873 e 883 soldadas entre peças de aço espessas 872, 874 e 882, 884 respectivamente. Ao contrário da viga 44, na viga 842 o painel superior inclui uma região curva central 855 e o painel inferior 860 é relativamente plano. A região curva 855 na peça de aço 853 se estende na direção do eixo geométrico longitudinal da viga 842. Preferencialmente, a região cur-

10 va 855 inclui uma pluralidade de curvaturas no aço estendidas em paralelo ao lado longo do painel superior 850. A razão pela qual a região curva é incluída no painel superior 850 é que a carga na viga 842, quando as vigas 842 e 844 estão estendidas, e o peso do guindaste 10 e qualquer carga coletada pelo guindaste são sustentados pelos macacos 16, impõe ao painel

15 superior 850 uma compressão e ao painel inferior 860 uma tensão. A região curva 855 proporciona maior resistência à deformação no estado de compressão do que um painel plano.

As modalidades preferenciais da presente invenção fornecem inúmeros benefícios. O material mais espesso nos cantos reforçados da lan-

20 ça retangular e o material mais delgado em outros confere à lança um peso otimizado, pois elimina material desnecessário onde não é efetivamente utilizado. Por exemplo, o projeto exemplificativo da figura 5 observado acima é capaz de produzir uma lança bastante similar quanto à sua resistência à lança utilizada em um guindaste Manitowoc modelo NBT50, mas tem peso 20%

25 menor. O resultado é um aumento da capacidade da tabela de carga na região de estabilidade (cambação) devido ao peso mais leve da lança. A seção da lança preferencial da presente invenção tem um custo reduzido em comparação às outras seções da lança de forma retangular de capacidade comparável, e um custo de fabricação mais baixo que uma lança do estilo ME-

30 GAFORM.

O projeto TWP integra partes e elimina reforços e os enrijecedores que precisam ser adicionados durante a fabricação. A seção da lança

pode ser projetada para utilizar material de 689,47 MPa (100 ksi), o que reduzirá a dependência de materiais de grau mais alto cuja disponibilidade seja menos imediata e talvez tenham que ser importados. O conceito do TWP permite que as espessuras, graus de material e formas conformados
5 sejam variados segundo requerido pela capacidade da tabela de carga.

O conceito da presente invenção, com projeto modular de painéis individuais, permite ampliar ou reduzir proporcionalmente a engenharia, dependendo da capacidade do guindaste. O projeto pode ser ampliado ou reduzido para guindastes com capacidades maiores ou menores até deter-
10 minados limites. Isso se deve à capacidade de controlar as espessuras e os graus do material dos cantos reforçados, placas laterais/superiores/inferiores independentemente, para satisfazer os requerimentos de capacidade da tabela da carga.

Com as modalidades preferenciais da invenção, o desenvolvimento de tecnologia avançada permite um conceito crítico e a tomada de
15 decisão quanto à arquitetura antes que outras etapas do projeto do guindaste sejam cumpridas.

A seção da lança pode ser construída em qualquer forma utilizada para aplicações da lança telescópica para benefício custo-
20 desempenho, e não está restrita às formas mostradas nas figuras 8 e 12-15. Como utiliza uma forma conformada na região 65 para resistir à carga de deformação, a forma pode ser alterada de acordo com a carga de deformação, sem aumento de peso. O projeto como um todo também é flexível, permitindo uma alteração do grau do material e da espessura e formas con-
25 formadas das peças individuais utilizadas no TWP.

As porções espessas nas laterais dos TWPs formam cantos reforçados para acomodar as placas de desgaste. Essa construção permite o uso de placas de desgaste convencionais para a transferência de cargas. As
seções mais espessas das placas assumem toda a carga concentrada da
30 placa de desgaste oriunda da seção de lança contígua. Os arranjos preferenciais das placas de desgaste e locais das gofragens permitem a transferência uniforme da carga.

O projeto do TWP permite flexibilidade de fabricação. Os painéis podem ser fabricados como um kit e expedidos, ou seções da lança completas podem ser construídas em uma instalação do fornecedor, dependendo da capacidade de fabricação e da capacidade de tempo. Isso alavanca a cadeia de suprimento para a redução do custo da lança, o que reduzirá o custo do produto. O projeto tem flexibilidade para modificar o grau do material, a espessura e o processo de fabricação (encurvamento, conformação por rolo, soldagem a laser) dos painéis individuais. Cada painel pode ser projetado e fabricado de uma forma diferente dos demais painéis na seção da lança.

Outra flexibilidade é que o processo permite o uso de processos de fabricação como a soldagem híbrida a laser ou qualquer outra soldagem MIG automática convencional. O TWP com soldagem híbrida a laser confere uma alta velocidade de soldagem e baixa admissão térmica, o que reduz a distorção e ondulação da placa lateral. As soldas são estreitas e penetração profunda, aprimorando a qualidade da solda. Como as soldas são efetuadas utilizando a soldagem híbrida a laser com penetração total unilateral, a distorção e a área da zona afetada (HAZ) são reduzidas. Isso ajudará a manter a estabilidade dimensional e estrutural da lança, e a manter as propriedades mecânicas requeridas do aço.

O uso das modalidades preferenciais da invenção permite ao projetista da lança expandir os limites estruturais da forma retangular da placa plana convencional com peso reduzido para aumentar a capacidade de içamento. Se for necessário enrijecimento, esse enrijecimento pode ser incorporado no TWP invés de adicionar enrijecedores depois da fabricação da forma da caixa retangular. Isso elimina as exigências de duplicador nas placas lateral e superior, o que, por sua vez, elimina operações secundárias, como corte por chama, soldagem etc., e elimina a distorção da estrutura devido às elevadas admissões térmicas durante a soldagem do duplicador.

A região curva 65 pode ser conformada por rolo. A placa inferior 60 conformada por rolo tem maior resistência à deformação que a placa plana.

Cabe perceber que várias modificações e alterações às modalidades presentemente preferenciais aqui descritas serão evidenciadas pelos indivíduos versados na técnica. A invenção é aplicável a outros tipos do equipamento de construção além dos guindastes de lança telescópica, e poderia ser utilizada em uma lança de estágio único para um guindaste, e em uma plataforma de operação aérea. Nem todos nem mesmo grande parte dos painéis em uma dada viga precisam ser formados pelos painéis soldados sob medida. Em um guindaste de lança telescópica, nem todas as seções telescópicas precisam ser produzidas com um painel soldado sob medida. Embora tenham sido revelados painéis soldados sob medida produzidos em aço, os painéis soldados sob medida poderiam ser produzidos com um material compósito. Esse painel teria preferencialmente duas peças de aço externas (como as peças 52 e 54) e um material compósito construído entre as peças de aço (formando o equivalente da peça 53) com as juntas entre o material compósito e o aço do comprimento da viga. As peças de aço externas poderiam ainda ser soldadas a outros painéis com um processo de soldagem de alta densidade para formar os cantos reforçados. Tais modificações e alterações podem ser praticadas sem desviar do espírito e escopo da presente invenção e sem diminuir suas vantagens. O objetivo é que tais modificações e alterações sejam cobertas pelas reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Viga para uso em uma peça de equipamento de construção, sendo que a viga tem um eixo geométrico longitudinal e que compreende:

- 5 a) um painel superior, um painel inferior e dois painéis laterais conectados juntos formando um corpo, com dois cantos superiores e dois cantos inferiores;
- b) pelo menos um dos painéis sendo feito de pelo menos duas peças de material unidas em conjunto, as duas peças de material tendo uma resistência compressiva diferente por unidade de comprimento em
10 uma direção transversal ao dito eixo geométrico longitudinal;
- c) o painel superior sendo soldado aos dois painéis laterais para formar os dois cantos superiores da viga; e
- d) o painel inferior sendo soldado aos dois painéis laterais para formar os dois cantos inferiores da viga.

15 2. Viga, de acordo com a reivindicação 1, em que as pelo menos duas peças de material são unidas juntas com a junta estendida paralelamente ao eixo geométrico longitudinal da viga.

3. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, em que as pelo menos duas peças de material são unidas juntas com a junta se estendendo em um ângulo entre $0,1^\circ$ e 2° em relação a uma linha que intercepta a solda e é paralela ao eixo geométrico longitudinal da viga.
20

4. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, em que as pelo menos duas peças de material compreendem individualmente aço e a junta é uma junta soldada.

25 5. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, utilizada como uma seção telescópica de uma lança telescópica.

6. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, em que cada um dos painéis é feito de pelo menos três peças de aço que formam duas laterais e uma porção média sobre cada painel, sendo que os
30 aços utilizados nas laterais de cada painel é mais espesso que o aço utilizado na porção média do mesmo painel, de modo que, quando os painéis são soldados juntos, cada canto compreende um canto fabricado reforçado.

7. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, em que cada um dos painéis é feito de pelo menos três peças de aço, com pelo menos duas das peças de aço tendo diferentes resistências compressivas entre si.

5 8. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, em que cada um dos painéis é feito de pelo menos três peças de aço, com pelo menos duas das peças de aço tendo diferentes espessuras entre si.

9. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, em que a viga tem uma seção em corte transversal geralmente retangular.

10 10. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, em que a viga tem uma seção em corte transversal geralmente trapezoidal.

11. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, em que pelo menos o painel inferior e os dois painéis laterais são individualmente feitos de pelo menos duas peças de aço que têm uma resistência compressiva diferente por unidade de comprimento em uma direção transversal ao dito eixo geométrico longitudinal.

15

12. Viga, de acordo com a reivindicação 11, em que pelo menos o painel inferior e os dois painéis laterais são individualmente feitos de pelo menos três peças de aço que formam duas laterais e uma porção média sobre cada painel, sendo que o aço utilizado nas laterais de cada painel inferior e de cada um dos dois painéis laterais é mais espesso que o aço utilizado na porção média do mesmo painel, de modo que, quando os painéis são soldados juntos, cada um dos cantos forma um canto fabricado reforçado.

20

13. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 12, em que o painel inferior é feito de pelo menos três peças de aço com pelo menos duas das peças tendo diferentes resistências compressivas entre si.

25

14. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 12, em que o painel inferior é feito de pelo menos três peças de aço com pelo menos duas das peças tendo diferentes espessuras entre si.

30

15. Viga, de acordo com a reivindicação 4, em que a solda entre peças de aço contíguas compreende uma solda topo a topo.

16. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, em que a peça do equipamento de construção é um guindaste.

17. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, em que o painel inferior compreende três peças de aço, com uma peça central tendo uma primeira resistência compressiva por unidade de comprimento em uma direção transversal ao dito eixo geométrico longitudinal, e duas peças externas contíguas que têm individualmente uma resistência compressiva por unidade de comprimento em uma direção transversal ao dito eixo geométrico longitudinal maior que a dita primeira resistência compressiva.

18. Viga, de acordo com a reivindicação 17, em que cada uma das duas peças externas contíguas é mais espessa que a peça central.

19. Viga, de acordo com a reivindicação 17, em que as duas peças externas contíguas têm a mesma espessura.

20. Viga, de acordo com a reivindicação 18, em que as duas peças externas contíguas têm uma espessura que é pelo menos 1,5 vezes a espessura da peça central.

21. Viga, de acordo com a reivindicação 18, em que as duas peças externas contíguas têm uma espessura que é pelo menos duas vezes a espessura da peça central.

22. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, em que cada painel superior, painel inferior e painéis laterais são feitos de três peças de aço, e a peça central em cada conjunto de três tem uma espessura menor que a espessuras das peças externas.

23. Viga, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, em que os dois painéis laterais são estampados com uma pluralidade de gofragens para aumentar a rigidez dos painéis laterais.

24. Viga, de acordo com a reivindicação 23, em que as estampas gofradas são de uma forma selecionada dentro de um grupo formado por retângulos paralelos inclinados circulares, e retângulos inclinados em ângulos alternados entre si.

25. Seção de lança que tem um eixo geométrico longitudinal pa-

ra uso na produção de uma lança telescópica para um guindaste que compreende:

- a) um painel superior, um painel inferior e dois painéis laterais conectados juntos formando um corpo, com dois cantos superiores e dois cantos inferiores;
- b) pelo menos o painel inferior sendo feito de pelo menos as primeira, segunda e terceira peças de aço soldadas juntas, com a primeira peça de aço entre as segunda e terceira peças de aço, com a primeira peça de aço sendo mais delgada que as segunda e terceira peças de aço; e
- c) o painel inferior sendo formado de modo a incluir uma região curva na primeira peça de aço, a região curva estendida na direção do eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

26. Seção da lança, de acordo com a reivindicação 25, em que as pelo menos primeira, segunda e terceira peças de aço são unidas juntas com a junta se estendendo paralelamente ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

27. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 26, em que as pelo menos primeira, segunda e terceira peças de aço são unidas juntas com a junta se estendendo em um ângulo entre $0,1^\circ$ e 2° em relação a uma linha que intercepta a solda e é paralela ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

28. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 27, em que as segunda e terceira peças de aço proporcionam individualmente uma região relativamente plana adjacente aos cantos inferiores.

29. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 28, em que o corpo tem uma seção em corte transversal geralmente retangular.

30. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 29, em que o corpo tem uma seção em corte transversal geralmente trapezoidal.

31. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 30, em que a solda entre as primeira e segunda peças de aço, e a solda entre as primeira e terceira peças de aço compreendem uma solda topo a topo.

5 32. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 31, em que o painel superior é geralmente plano.

33. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 32, em que os painéis laterais são geralmente planos mas cada um inclui uma pluralidade de gofragens.

10 34. Método de produção de uma viga que compreende:

- a) fornecer um primeiro painel lateral;
- b) fornecer um segundo painel lateral;
- c) fornecer um painel superior;
- d) fornecer um painel inferior, o painel inferior sendo feito com o uso de
15 um processo de soldagem com alta densidade energética para soldar pelo menos três peças de aço juntas para produzir o painel inferior; e
- e) utilizar um processo de soldagem com alta densidade energética para soldar o primeiro painel lateral ao painel superior e ao painel inferior, e para soldar o segundo painel lateral ao painel superior e ao painel in-
20 ferior para formar uma viga de quatro painéis.

35. Método, de acordo com a reivindicação 34, em que o painel inferior é feito pelo menos das primeira, segunda e terceira peças de aço que são unidas juntas com a junta se estendendo paralelamente ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

25 36. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 35, em que o painel inferior é feito pelo menos das primeira, segunda e terceira peças de aço que são unidas juntas, com a junta se estendendo em um ângulo entre $0,1^\circ$ e 2° em relação a uma linha que intercepta a solda e é paralela ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

30 37. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 36, em que um processo de soldagem com alta densidade energética é utilizado para soldar pelo menos duas peças de aço juntas para produzir o

primeiro painel lateral, e um processo de soldagem com alta densidade energética é utilizado para soldar pelo menos duas outras peças de aço juntas para produzir o segundo painel lateral.

38. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 37, em que um processo de soldagem com alta densidade energética é utilizado para soldar pelo menos três peças de aço juntas para produzir o primeiro painel lateral, um processo de soldagem com alta densidade energética é utilizado para soldar pelo menos três outras peças de aço juntas para produzir o segundo painel lateral, e um processo de soldagem com alta densidade energética é utilizado para soldar pelo menos três outras peças de aço juntas para produzir o painel superior.

39. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 38, em que é produzida uma viga com uma seção em corte transversal geralmente retangular.

40. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 39, em que a viga compreende uma seção telescópica de uma lança telescópica.

41. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 40, em que o processo de soldagem com alta densidade energética utiliza uma soldagem a laser e GMAW.

42. Método, de acordo com a reivindicação 41, em que a soldagem GMAW é selecionada do grupo que compreende soldagem MIG e soldagem MAG.

43. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 42, em que a peça central de aço no painel inferior tem uma espessura menor que a espessura das outras duas peças de aço no painel inferior.

44. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 43, em que a peça central de aço em cada painel superior, painel inferior e primeiro e segundo painéis laterais tem uma espessura menor que a espessura das outras duas peças de aço no mesmo painel.

45. Método, de acordo com a reivindicação 44, em que as peças mais espessas nos painéis superior e inferior fornecem trilhos para con-

tato de placas de desgaste entre seções da lança.

46. Método, de acordo com a reivindicação 45, em que a largura das duas peças mais espessas no painel inferior é maior que a largura das duas peças mais espessas no painel superior.

5 47. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 a 46, em que as pelo menos três peças de aço na etapa d) são soldadas juntas utilizando soldas topo a topo.

48. Método de produção de uma viga que compreende:

- 10 a) colocar um primeiro painel lateral adjacente a um painel superior de modo que uma primeira superfície da borda do painel superior confronte uma superfície interna do primeiro painel lateral, e soldar juntos o primeiro painel lateral e o painel superior, com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora dos painel superior e primeiro painel lateral combinados a partir de uma direção no
- 15 plano da dita superfície interna do primeiro painel lateral;
- b) colocar um segundo painel lateral adjacente ao painel superior de modo que uma segunda superfície da borda do painel superior confronta uma superfície interna do segundo painel lateral, e soldar juntos o segundo painel lateral e painel superior com uma soldagem de alta
- 20 densidade energética de penetração total de fora dos painel superior e segundo painel lateral combinados a partir de uma direção no plano da dita superfície interna do segundo painel lateral;
- c) colocar um painel inferior adjacente aos primeiro e segundo painéis laterais, com uma superfície da borda de cada primeiro e segundo painéis laterais confrontando uma superfície superior do painel inferior;
- 25 d) soldar o primeiro painel lateral ao painel inferior com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do primeiro painel lateral e painel inferior combinados a partir de uma direção no plano da dita superfície superior do painel inferior; e
- 30 e) soldar o segundo painel lateral ao painel inferior com uma soldagem de alta densidade energética de penetração total de fora do segundo painel lateral e painel inferior combinados a partir de uma direção no

plano da dita superfície superior do painel inferior.

49. Método, de acordo com a reivindicação 48, em que a viga compreende uma seção da lança para um guindaste de lança telescópica.

50. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 48 a 49, em que a viga tem uma seção em corte transversal geralmente retangular e o primeiro painel lateral é colocado adjacente a um painel superior em um ângulo de 90° entre si para soldagem na etapa a), o segundo painel lateral é colocado adjacente ao painel superior em um ângulo de 90° entre si para soldagem na etapa b), e o painel inferior é colocado adjacente aos primeiro e segundo painéis laterais em um ângulo de 90° a cada um dos painéis laterais nas etapas c).

51. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 48 a 50, em que a solda entre o segundo painel lateral e o painel inferior é feita antes da solda entre o primeiro painel lateral e o painel inferior.

52. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 48 a 51, em que o processo de soldagem com alta densidade energética utiliza uma soldagem a laser e MIG.

53. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 48 a 52, em que a espessura dos primeiro e segundo painéis laterais na solda ao painel inferior é de cerca de 10mm e a espessura do painel inferior nas soldas aos primeiro e segundo painéis laterais é de cerca de 12mm.

54. Combinação de membros do painel para uso na produção de uma seção da lança para uma lança de guindaste telescópica que compreende:

- a) um painel superior;
- b) um painel inferior que compreende pelo menos três peças de aço soldadas juntas, cada solda estendida ao longo do comprimento de um lado longo do painel inferior;
- c) um primeiro painel lateral que compreende pelo menos duas peças de aço soldadas juntas, a solda estendida ao longo do comprimento de um lado longo do primeiro painel lateral; e
- d) um segundo painel lateral que compreende pelo menos duas peças

de aço soldadas juntas com uma solda topo a topo entre peças contíguas, cada solda topo a topo estendida ao longo do comprimento de um lado longo do segundo painel lateral.

55. Combinação, de acordo com a reivindicação 54, em que as
5 soldas entre as três peças de aço no painel superior se estendem em paralelo a um lado longo do painel inferior.

56. Combinação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 54 a 55, em que os painéis laterais são individualmente feitos pelo menos das primeira, segunda e terceira peças de aço que são unidas juntas,
10 com a junta se estendendo em um ângulo entre $0,1^\circ$ e 2° em relação a uma linha que intercepta a solda e é paralela a um eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

57. Combinação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 54 a 56, em que os primeiro e segundo painéis laterais individualmente
15 compreendem pelo menos três peças de aço soldadas juntas.

58. Combinação, de acordo com a reivindicação 57, em que o painel superior também compreende pelo menos três peças de aço soldadas juntas.

59. Combinação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 54 a 58, em que as soldas no painel inferior e a solda em cada um dos painéis laterais compreendem individualmente uma solda topo a topo entre
20 peças contíguas.

60. Combinação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 54 a 59, em que o painel inferior tem três peças de aço com uma peça
25 central das peças tendo uma espessura menor que a espessura das duas peças contíguas.

61. Combinação, de acordo com a reivindicação 60, em que a peça central do painel inferior inclui uma pluralidade de curvaturas no aço estendidas em paralelo ao lado longo do painel inferior.

30 62. Combinação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 54 a 61, em que os primeiro e segundo painéis laterais incluem uma pluralidade de gofragens.

63. Seção da lança que tem um eixo geométrico longitudinal para uso na produção de uma lança telescópica para um guindaste que compreende:

- 5 a) pelo menos um membro do primeiro painel e um membro do segundo painel,
- b) pelo menos o membro do segundo painel compreende pelo menos duas peças de aço soldadas juntas com uma solda topo a topo entre peças contíguas, as duas peças de aço tendo diferentes resistências compressivas por unidade de comprimento transversal ao eixo geométrico;
- 10 c) os dois membros do painel sendo soldados juntos ao longo de uma junta estendida paralelamente ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança para formar a seção da lança.

64. Seção da lança, de acordo com a reivindicação 63, em que
15 pelo menos as duas peças de aço no segundo painel são soldadas juntas, com a junta se estendendo paralelamente ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

65. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 63 a 64, em que pelo menos as duas peças de aço no segundo
20 painel são soldadas juntas com a junta se estendendo em um ângulo entre $0,1^\circ$ e 2° em relação a uma linha que intercepta a solda e é paralela ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

66. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 63 a 65, em que os dois painéis são soldados juntos com uma junta
25 de topo de sulco quadrado feita sem qualquer bisel ou preparação da borda, e a solda entre os painéis é uma solda de penetração total realizada através da solda a partir de uma única lateral do painel.

67. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 63 a 66, em que a seção da lança tem uma seção em corte transversal
30 geralmente retangular.

68. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 63 a 67, em que o membro do segundo painel compreende um pai-

nel inferior produzido a partir de três peças de aço, e as diferentes resistências compressivas são fornecidas utilizando um aço com uma primeira espessura no centro do painel e um aço de uma segunda espessura maior que a dita primeira espessura nas porções laterais contíguas do painel inferior.

5 69. Seção da lança, de acordo com a reivindicação 68, em que todas as três peças de aço no painel inferior têm uma resistência à compressão na faixa média de 689,47 MPa (100 ksi) a 827,37 MPa (120 ksi).

10 70. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 63 a 69, em que a seção da lança tem seções em corte transversal de curvatura variável.

15 71. Seção da lança, de acordo com a reivindicação 70, em que o membro do primeiro painel é formado em uma forma curva e proporciona uma carcaça superior para a seção da lança; o membro do segundo painel compreende pelo menos três peças de aço soldadas juntas com uma solda
20 topo a topo entre peças contíguas, as três peças de aço sendo formadas em uma forma curva para fornecer uma carcaça inferior da seção da lança; e em que as três peças de aço compreendem uma peça central que tem uma primeira espessura, e cada uma das duas peças externas contíguas tem uma espessura maior que a dita primeira espessura.

25 72. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 63 a 71, em que cada solda topo a topo se estende em paralelo ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

30 73. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 63 a 72, em que cada solda topo a topo se estende em um ângulo entre 0,1° e 2° em relação a uma linha que intercepta a solda e é paralela ao eixo geométrico longitudinal da seção da lança.

35 74. Seção da lança, de acordo com qualquer uma das reivindicações 63 a 73, em que a seção da lança tem uma seção em corte transversal geralmente trapezoidal.

40 75. Lança telescópica para um guindaste produzida com a viga como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 24, ou seção da lança como definida em qualquer uma das reivindicações 25 a 33 e 63 a 74, ou

com uma viga produzida pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações 34 a 53.

76. Estabilizador para um guindaste produzido com a viga como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 24, ou uma viga produzida
5 pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações 34 a 53.

77. Chassi de guindaste produzido com a viga como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 24, ou uma viga produzida pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações 34 a 53.

78. Guindaste com uma lança telescópica produzido com a viga
10 como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 24, ou seção da lança como definida em qualquer uma das reivindicações 25 a 33 e 63 a 74, ou uma viga produzida pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações 34 a 53.

79. Guindaste, de acordo com a reivindicação 78, em que o
15 guindaste compreende um guindaste montado com transportador.

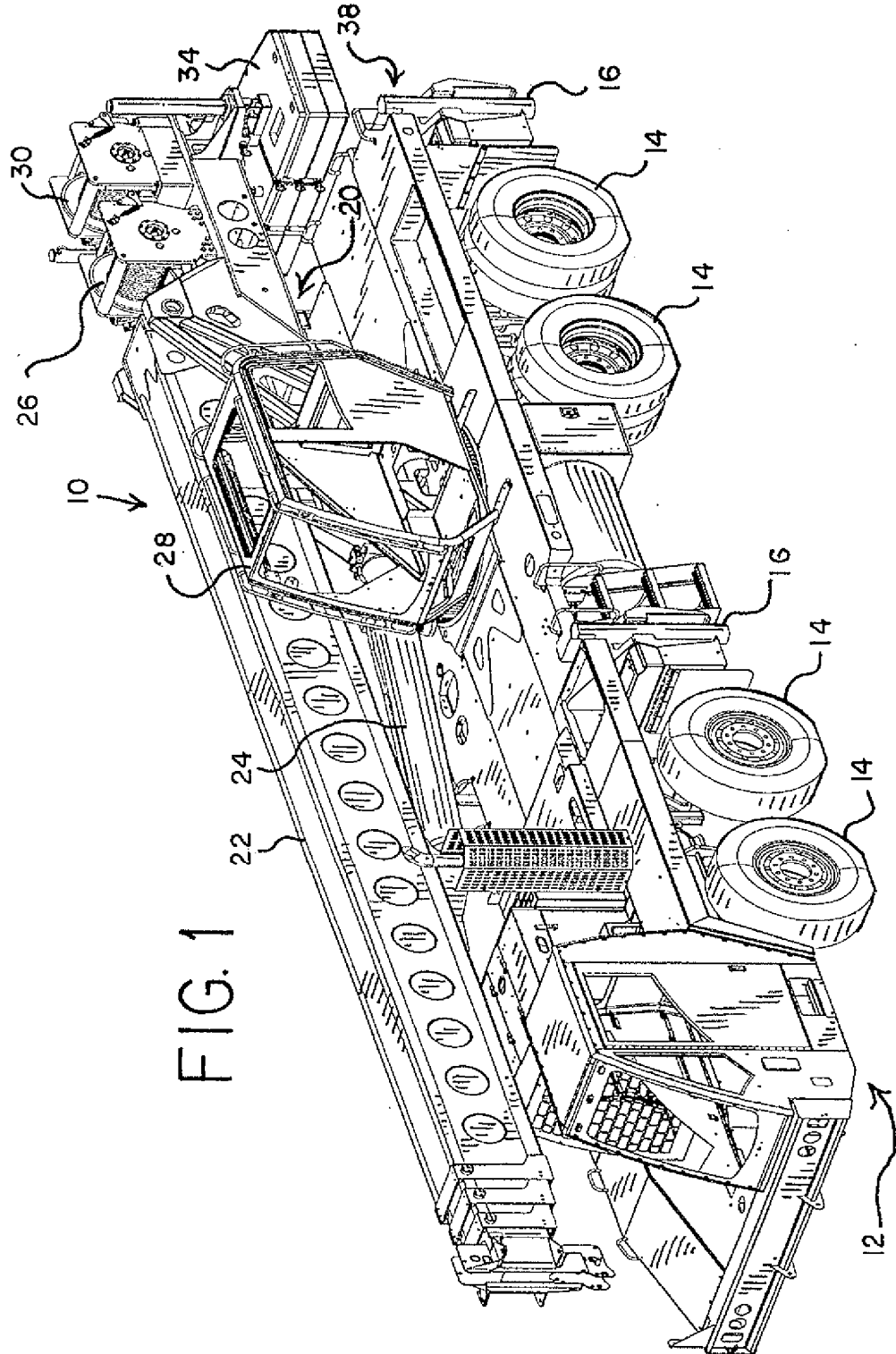
80. Guindaste, de acordo com a reivindicação 78, em que o guindaste é selecionado do grupo formado por guindastes montados em caminhão, guindastes para todo terreno e guindastes para terrenos acidentados.

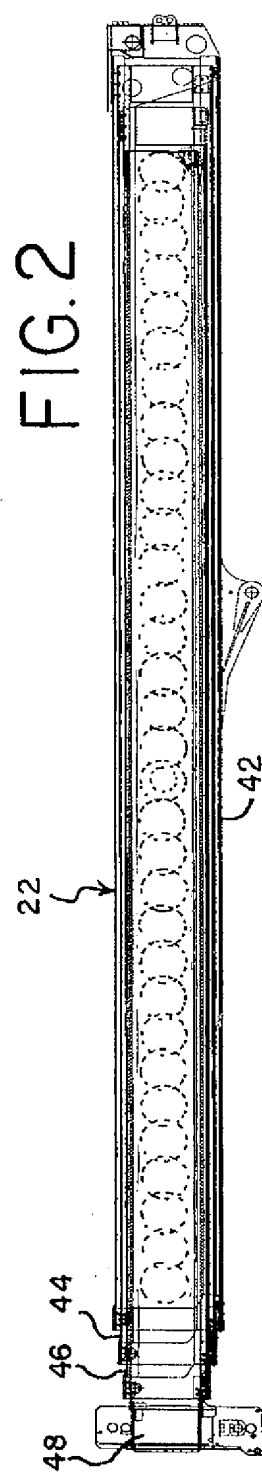
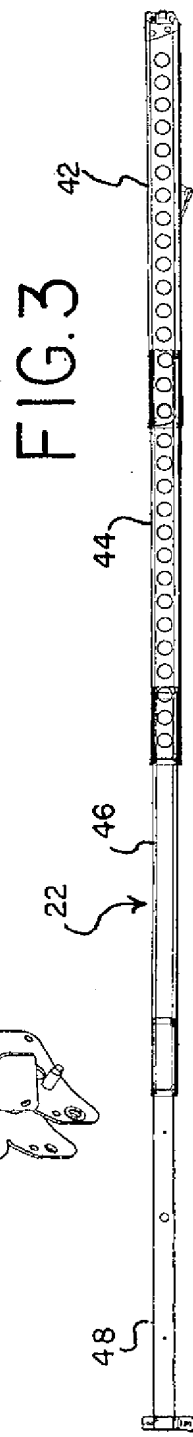
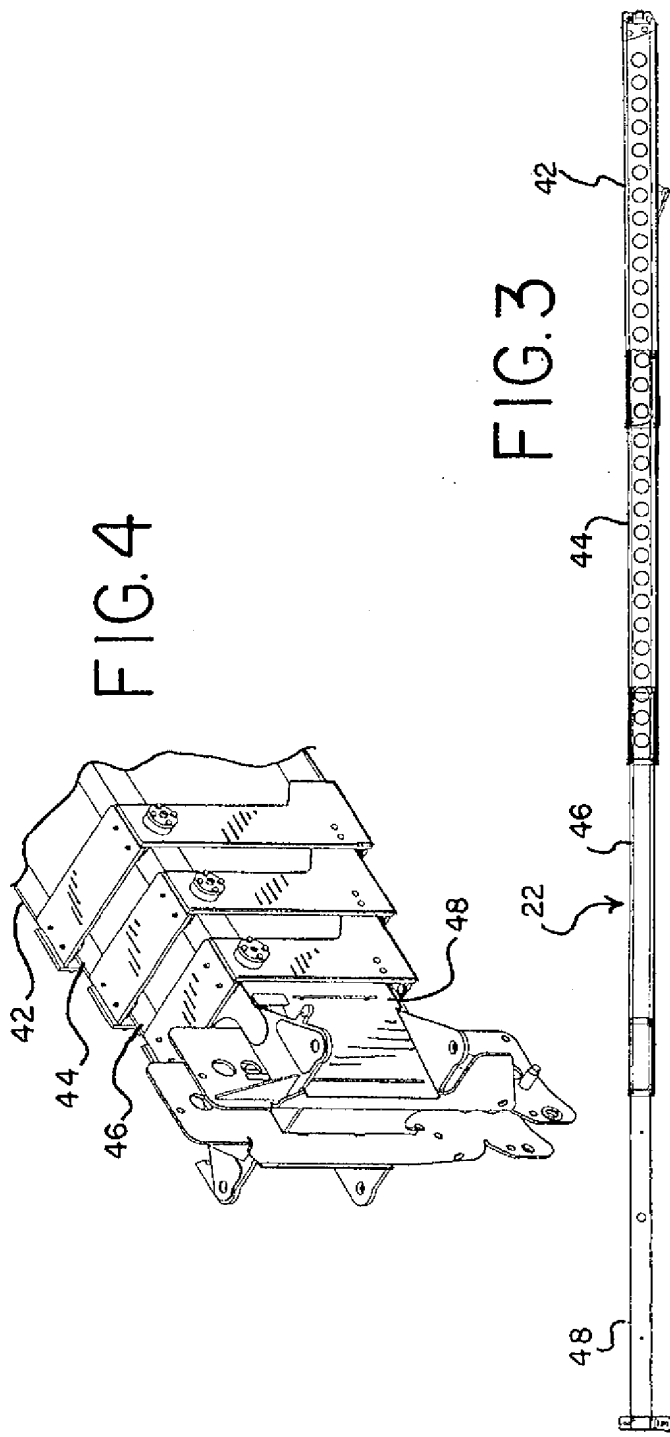
20 81. Guindaste, de acordo com a reivindicação 78, em que o guindaste tem uma capacidade média entre 30,35 e 62,5 toneladas (34 e 70 toneladas americanas).

82. Guindaste com uma lança telescópica em que a lança telescópica compreende pelo menos primeira e segunda seções da lança, com a
25 segunda seção encaixando deslizantemente na primeira seção, em que as duas seções da lança são feitas de uma viga como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 24, ou seção da lança como definida em qualquer uma das reivindicações 25 a 33 e 63 a 74, ou uma viga produzida pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações 34 a 53; e em
30 que a primeira seção da lança inclui pelo menos duas placas de desgaste superiores conectadas ao painel superior, pelo menos duas placas de desgaste inferiores conectadas ao painel inferior, e pelo menos uma placa de

desgaste lateral conectada a cada painel lateral, e em que todas as ditas placas de desgaste são posicionadas de modo que um plano transversal comum intercepta a linha central longitudinal das ditas placas de desgaste.

- 5 83. Guindaste com uma lança telescópica, de acordo com a reivindicação 82, em que os painéis laterais da segunda seção da lança incluem uma pluralidade de gofragens, e em que, quando a segunda seção se estende até uma posição equivalente a uma posição estendida máxima para a qual a lança foi projetada, o plano transversal comum fica equidistante entre a gofragem sobre cada um dos painéis laterais sobre a segunda seção
- 10 da lança.





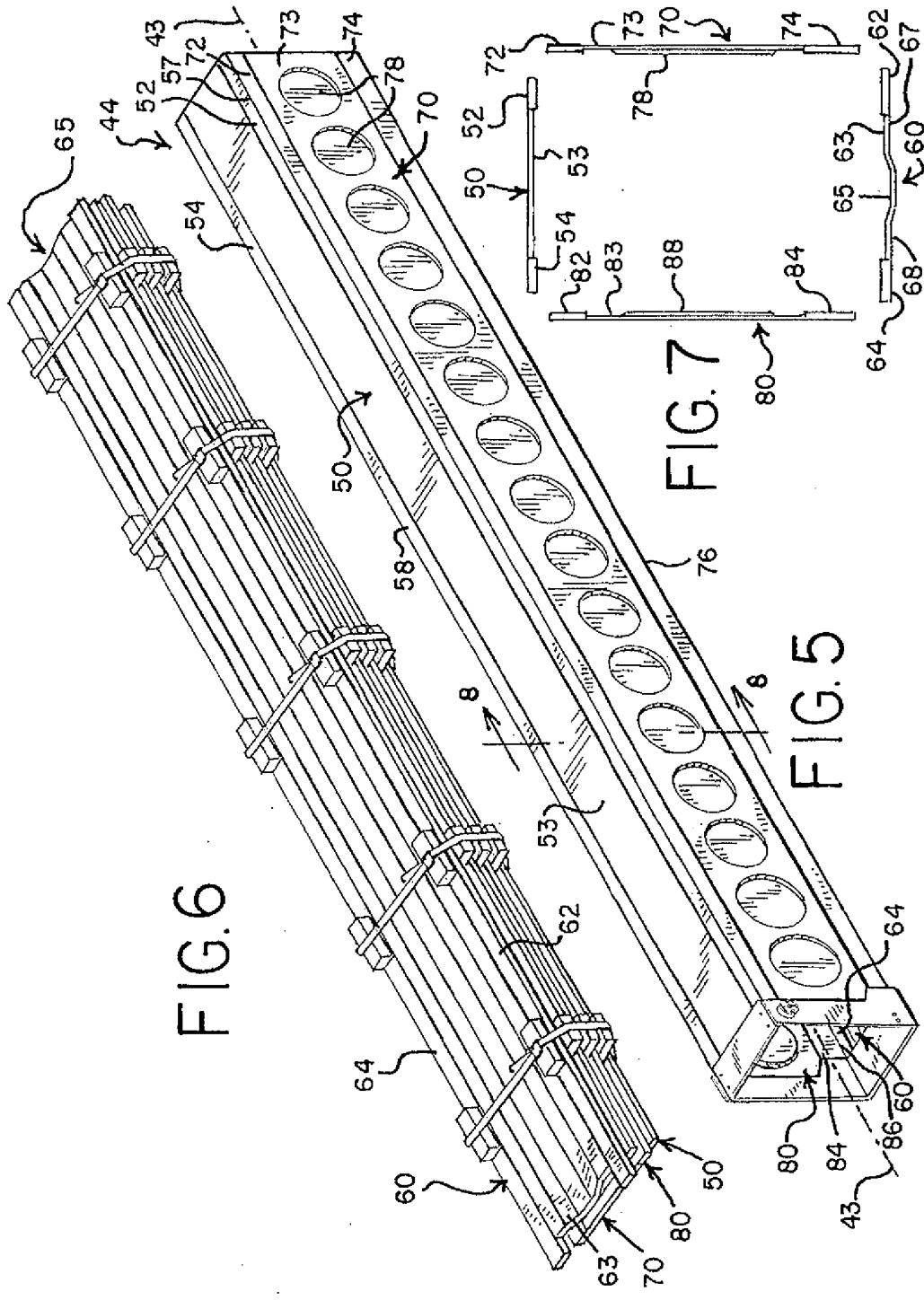


FIG. 8

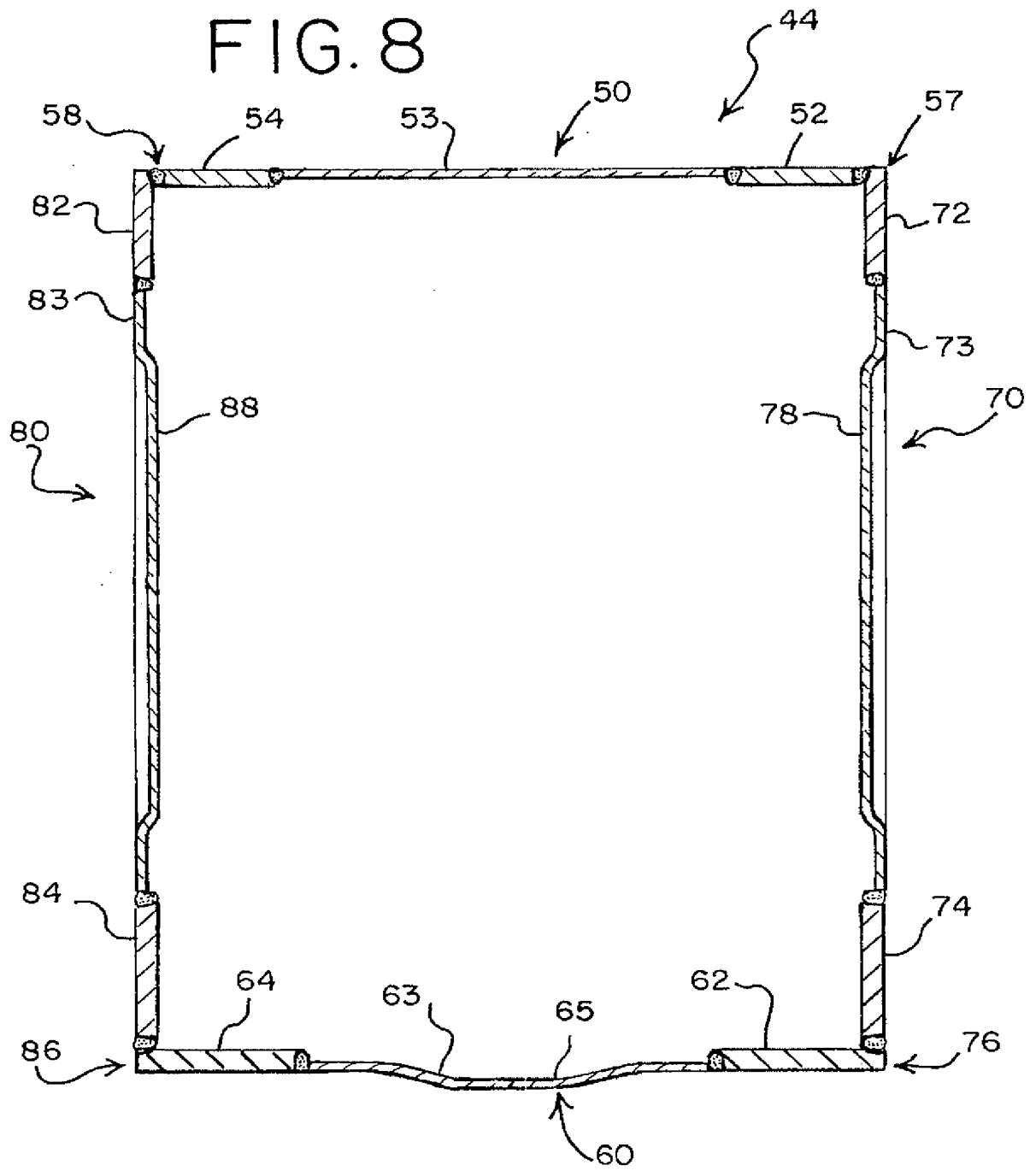


FIG. 9

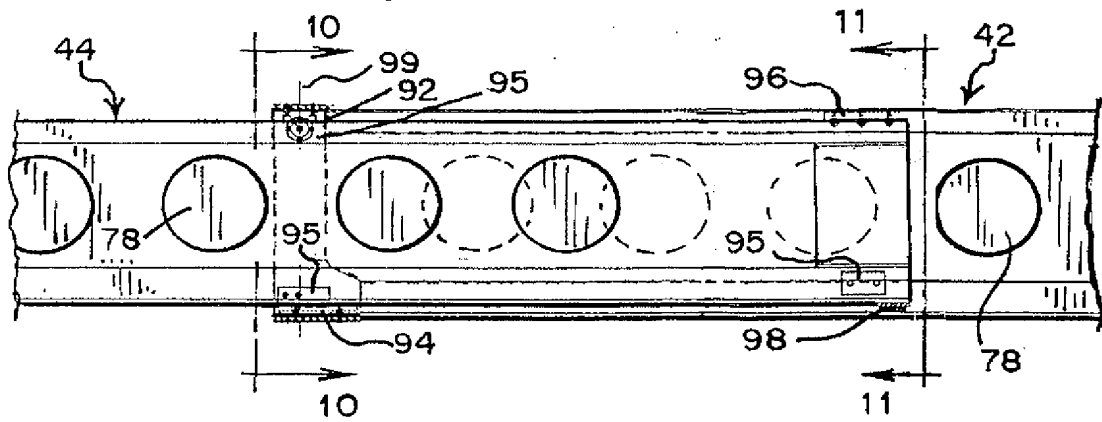


FIG. 10

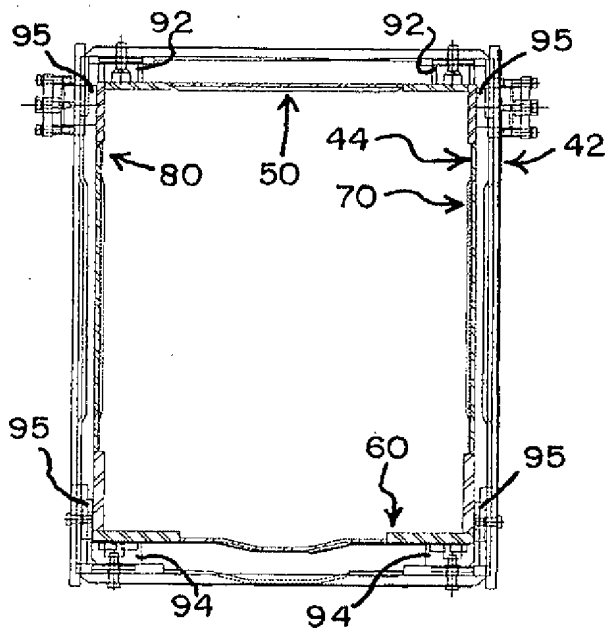


FIG. 11

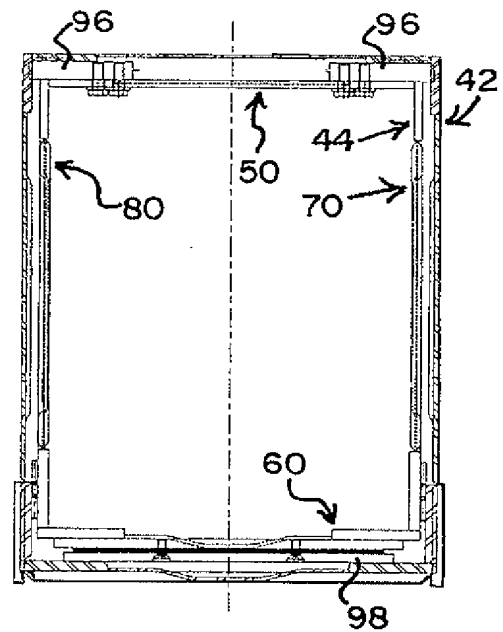


FIG. 12

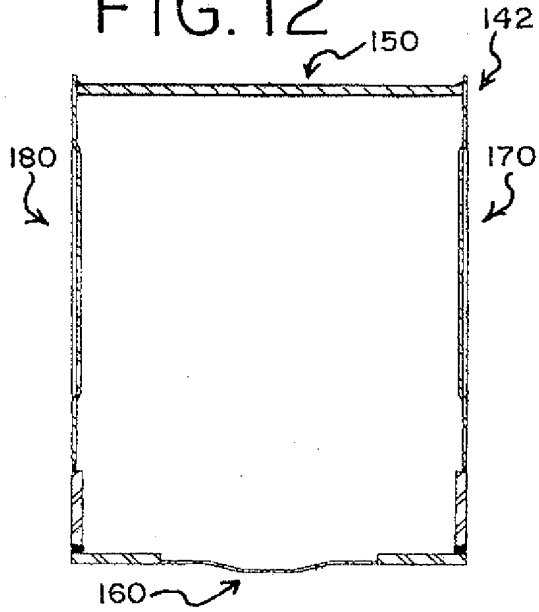


FIG. 13

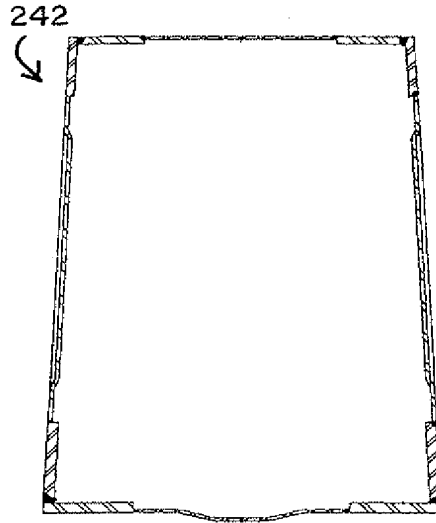


FIG. 14

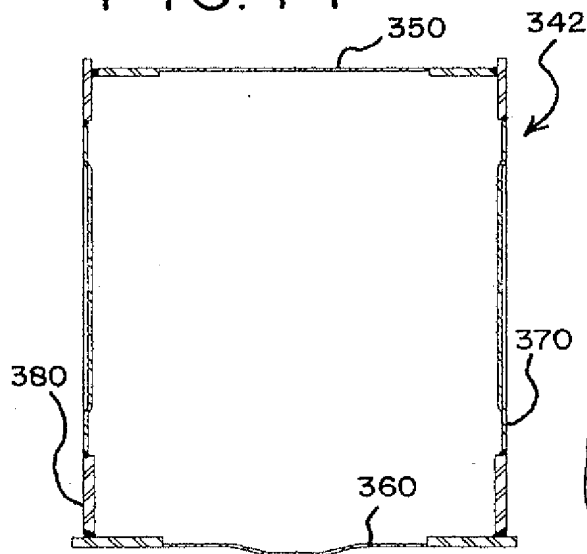


FIG. 15

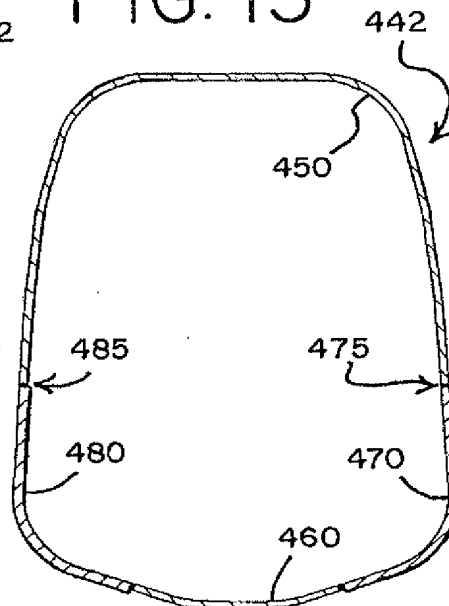


FIG. 16

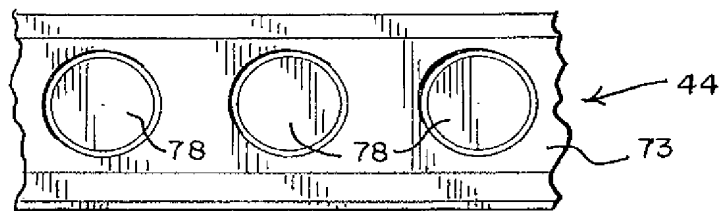


FIG. 17

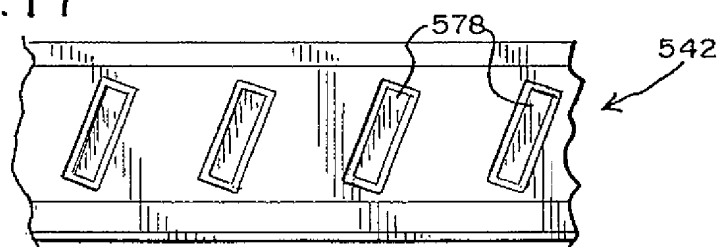


FIG. 18

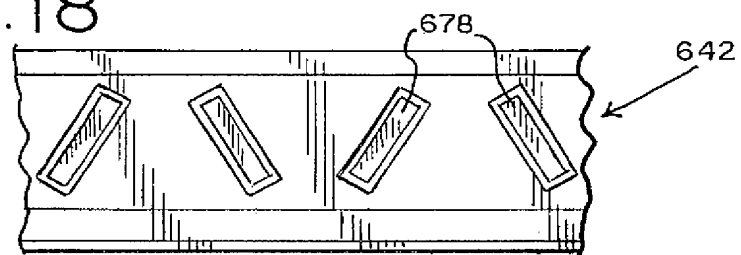
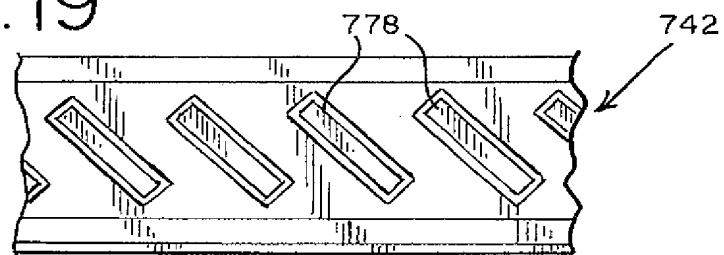
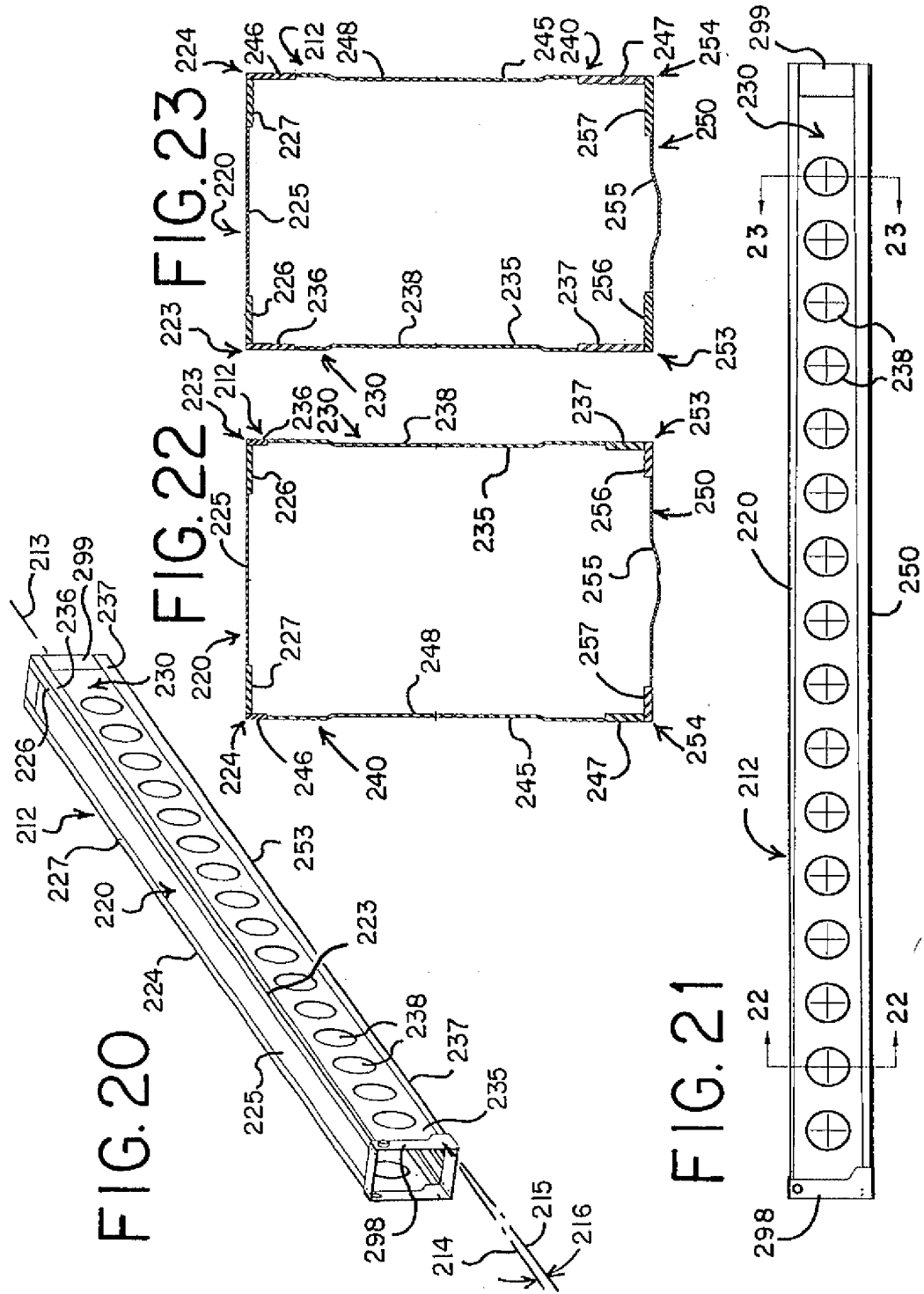
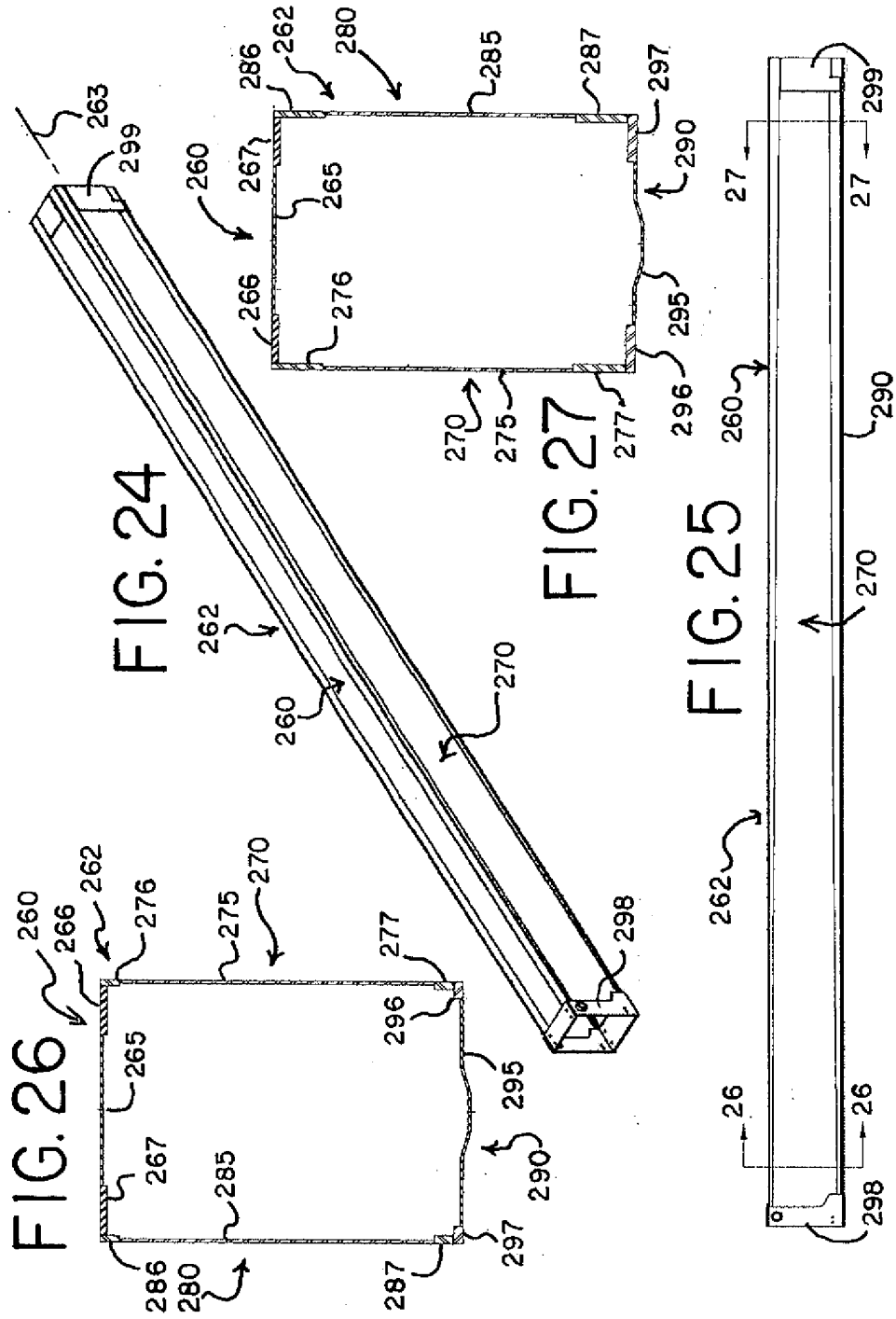


FIG. 19







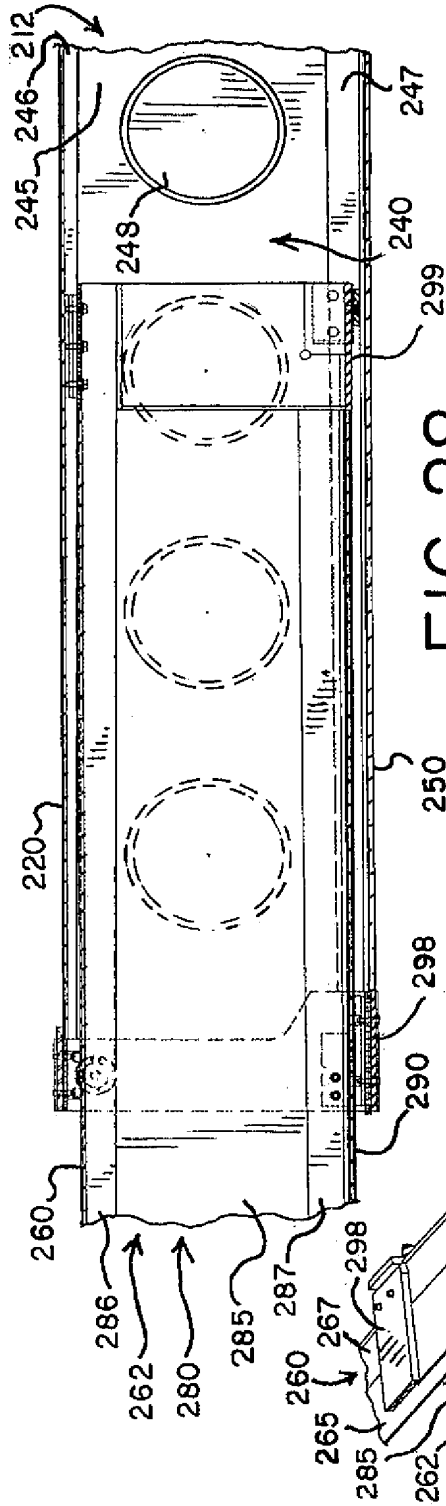


FIG. 28

FIG. 29

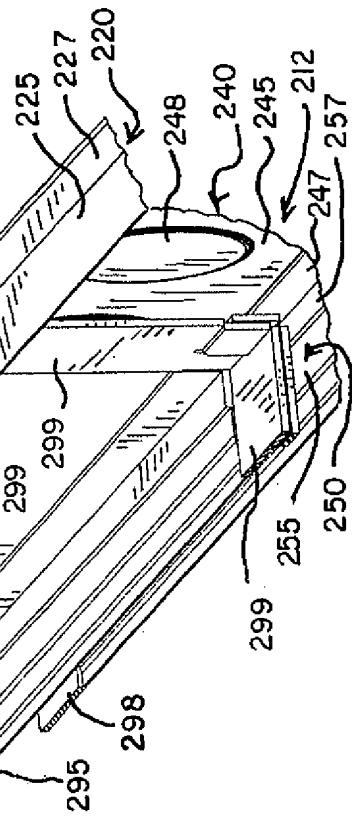


FIG. 30

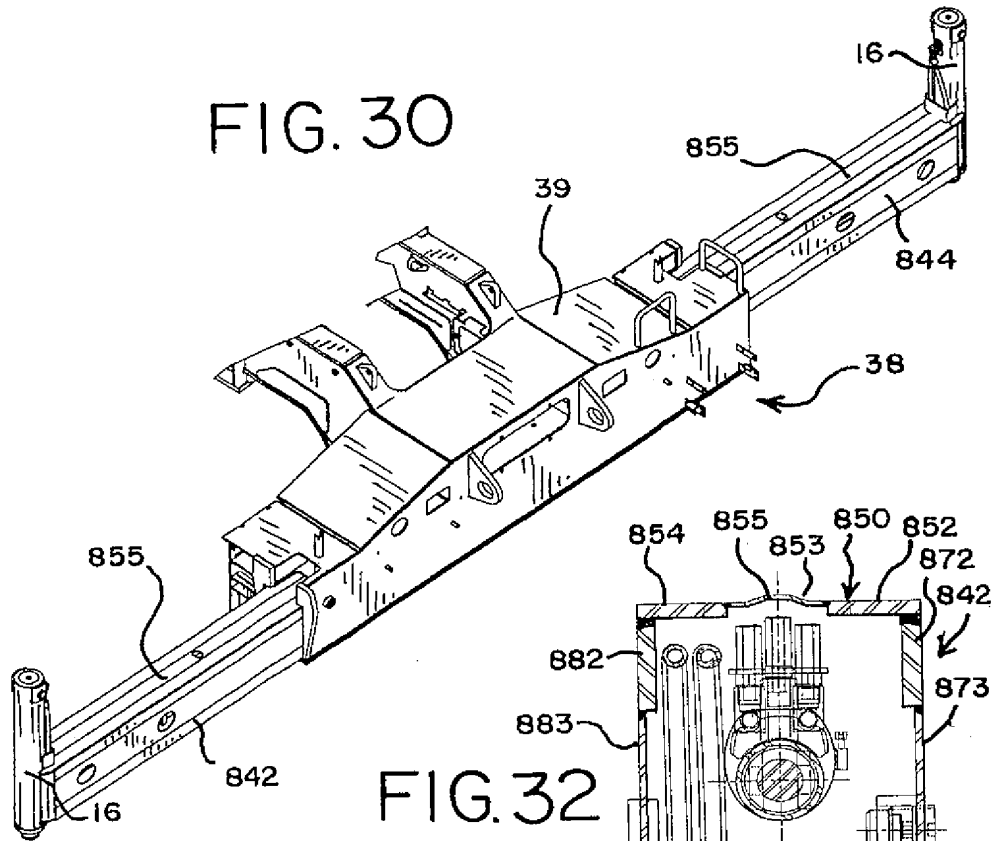


FIG. 32

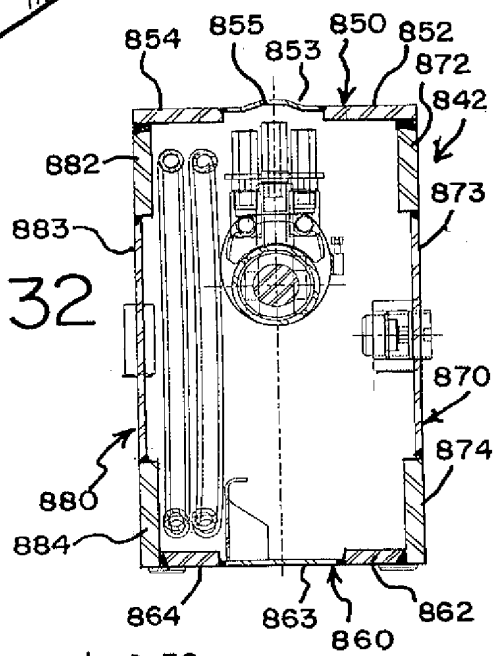
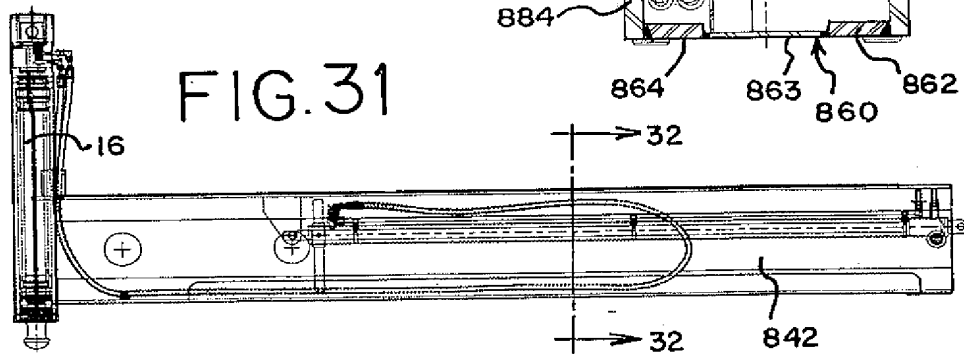


FIG. 31



RESUMO

Patente da Invenção: **"VIGA DE PAINEL SOLDADO SOB MEDIDA PARA MÁQUINA DE CONSTRUÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO"**.

A presente invenção refere-se a uma viga para uso em equipamento de construção que é um projeto modular feito de painéis soldados sob medida. O projeto inclui um painel superior, um painel inferior e dois painéis laterais conectados juntos formando um corpo, com dois cantos superiores e dois cantos inferiores. Pelo menos um dos painéis é feito de pelo menos duas peças de material, como aço, soldadas juntas, com a solda estendida ao longo do comprimento da viga. A solda entre as peças de aço pode ser paralela ao eixo geométrico longitudinal da viga, ou as peças podem ser afuniladas e desse modo a solda estará em um ângulo que diverge de uma linha paralela ao eixo geométrico longitudinal da viga. As duas peças de material têm uma resistência compressiva diferente por unidade de comprimento em uma direção transversal ao eixo geométrico longitudinal da viga. Em algumas modalidades o painel superior é soldado aos dois painéis laterais para formar os dois cantos superiores da viga; e o painel inferior é soldado aos dois painéis laterais para formar os dois cantos inferiores da viga. Uma seção da lança para uso na produção de uma lança telescópica para um guindaste inclui pelo menos um membro do primeiro painel e um membro do segundo painel, pelo menos o membro do segundo painel tem pelo menos duas peças de aço soldadas juntas, com a solda estendida no comprimento da seção da lança. As duas peças de aço têm uma resistência diferente por unidade de comprimento transversal ao eixo geométrico. Os dois membros do painel são soldados juntos ao longo de uma junta que se estende em paralelo ao eixo geométrico longitudinal da seção para formar a seção da lança.